

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Төрбек Аружан Қуанышқызы

Газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07103-Автоматтандыру және роботтандыру


Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты

 Алдияров Н.У.
« 5 » 06 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау»


6В07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

Төрбек Аружан Қуанышқызы

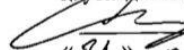
Рецензент:

PhD докторы, Ф. Даукеев атындағы АЭЖБУ
ЭМЭЖ кафедрасының меңгерушісі

 Шыныбай Ж.С.
« 31 » 05 2023 ж.

Ғылыми жетекші:

техника ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор

 Сарсенбаев Н.С.
« 31 » 05 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

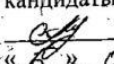
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты

 Алдияров Н.У.
« 8 » 06 2023 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Төрбек Аружан Қуанышқызы

Жобаның тақырыбы: «Газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау»
Университет проректоры Б.А.Жаутиковтың «23» қараша 2022ж. № «408-П/Ө» бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 12 » 06 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, есептік бөлім.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): функционалдық
сұлба, құрылымдық сұлба.

Жұмыс презентациясы 18 слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер




[3] Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических
специальностей вузов. 2-ое изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

[11] Масандилов Л. Б., Москаленко В. В. Регулирование частоты вращения асинхронных
двигателей. Библиотека электромонтера, Вып. 469. - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия,
1978. — 96 с, ил.


Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	9.02.2023 - 2.03.2023	
Есептік бөлім	14.03.2023 - 20.04.2023	

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	30.05.2023	
Есептік бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	20.05.2023	
Норма бақылаушы	Жанабаева Э.Ж., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	30.05.23	

Ғылыми жетекшісі  Сарсенбаев Н.С.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Төребек А.К.

Күні «17» маусым 2023 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жоба газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жобалау туралы жазылған. Бұл жоба келесі бөлімдерден тұрады: технологиялық бөлім, есептеу бөлімі. Жобада берілген тапсырмаға сәйкес компрессордың түрін және оған қажет электр қозғалтқыштың қуаты анықталды және қажетті асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Технологиялық бөлімде компрессорлық станцияның жұмыс істеу принципі және сұлбасы, компрессордың түрлері қарастырылған.

Электр жетегінің жұмысын қарастыру үшін қозғалтқыштың және компрессордың математикалық есептері және модельдері құрастырылып, нәтижесінде құрылымдық моделі жасалды.

АННОТАЦИЯ

Этот дипломный проект написан о проектировании частотно-регулируемого электропривода газоперекачивающей станции. Данный проект состоит из следующих разделов: технологический отдел, вычислительный отдел. В соответствии с заданием, представленным в проекте, был определен тип компрессора и требуемая мощность электродвигателя, и выбран необходимый асинхронный двигатель.

В технологической части рассмотрены принцип работы и схема компрессорной станции, виды компрессоров.

Для рассмотрения работы электропривода были составлены математические задачи и модели двигателя и компрессора, в результате чего была разработана структурная модель.

ANNOTATION

This thesis project is written about the design of a frequency-controlled electric drive of a gas pumping station. This project consists of the following sections: technology department, computing department. In accordance with the task presented in the project, the type of compressor and the required power of the electric motor were determined, and the necessary asynchronous motor was selected.

In the technological part, the principle of operation and the scheme of the compressor station, types of compressors are considered.

To consider the operation of the electric drive, mathematical problems and models of the engine and compressor were compiled, as a result of which a structural model was developed.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 Компрессорлық станцияны сипаттау	8
1.1.1 Компрессорлық станциядағы датчиктерге түсініктеме	12
1.2 Компрессорлық станцияның негізгі технологиялық жабдықтары	14
1.3 Компрессорлардың түрлері	15
1.4 Ортағатепкіш компрессорлар	17
1.4.1 Ортағатепкіш компрессор түрлері	20
1.5 ВК сериялы ортаға тепкіш компрессорлардың сипаттамасы	22
1.6 Компрессордың электр жабдықтарының жұмыс режимін қысқаша сипаттау және автоматтандырылған электр жетегіне қойылатын талаптар	22
2 Есептік бөлім	26
2.1 Қуатты есептеу және жетектің қозғалтқышын таңдау	26
2.2 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипаттамаларын есептеу және салу және салу	28
2.3 Электр жетегін таңдау және басқару жүйесінің параметрлерін есептеу	47
2.4 Компрессорлық қондырғының құрылымдық сұлбаны зерттеу	49
2.5 Электр жетектің компьютерлік моделін таңдау және ондағы процестерді модельдеу	50
Қорытынды	55
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	56

КІРІСПЕ

Жобаның мақсаты бұл дипломдық жоба газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жобалау туралы жазылған. Компрессорлық станция туралы жалпы мәлімет беріп, компрессордың түрлерін қарастырып және оған қажет электр қозғалтқыштың қуаты анықталып, қажетті асинхронды қозғалтқыш таңдау болып табылады.

Жобаның міндеті компрессорлық станцияны, компрессорды тереңірек зерттей отырып, ең тиімді компрессор түрін анықтау, компрессор түріне сәйкес келетін қозғалтқыш таңдау.

Тақырыптың өзектілігі күнделікті өмірде өмірімізді жеңілдету үшін, өте көп мөлшерлі құрылғылар жасалды. Көптеген құрылғыларды біз көп қолданбаймыз, және оның қандай құрылғы, не үшін қолдану керектігіне жете мән бермейміз. Мысалы, компрессорлық құрылғыны қарастырайық. Компрессорлық қондырғы — қысылғын газды өндіреді және де арзан энергия көздерінің бірі болып саналады. Компрессор — қысым жағдайында бағытталған газ тоғын құруға арналған қондырғы. Компрессорлық құрылғылар едәуір кең таралған, олар тоңазытқыш қондырғыларда, пневматикалық қондырғыларды және бақылау — есептеу аппаратураларында кең қолданылады. Компрессорлар қарапайым түрде электр қозғалтқыш немесе жетектен, айдау қондырғыдан, қысылған газ сыйымдылығынан, жалғайтын құбыршектерден және құбырдан тұратын құрылғы болып табылады. Компрессорлық қондырғыларда қолданылатын электр қозғалтқыштары тұрақты және айнымалы токтан тұрады.

Жұмыстың тапсырмасы мен міндеттері бірінші бөлімде компрессорлық станция қарастырылған. Сонымен қатар, оның жұмыс істеу принципі және сұлбасы, компрессордың түрлері қарастырылған. Компрессордың мөлшерлі және ортаға тепкіш түрлеріне жеке тоқталып, жалпы сұлбаларына нақты мәлімет бердім.

Екінші бөлімде компрессордың жалпы типіне сәйкес электр қозғалтқышын таңдап, сол арқылы, асинхронды қозғалтқышты тиімді түрін анықтадық. Компрессордың жалпы функционалды және құрылымдық сұлбаларына тоқталып, таңдалған электр қозғалтқышы және асинхронды қозғалтқыш бойынша есептеулер жүргіздік. Сонымен қатар, өтпелі процесстерді зерттеу үшін асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін анықтап, қозғалтқыштың жалпы моделін MatLab ортасында анықтап, зерттедік.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Компрессорлық станцияны сипаттау

Компрессорлық станцияның негізгі мақсаты-ауаны, табиғи немесе ілеспе мұнай газын, таза газдарды (азот, оттегі және т.б.) қысу. Компрессорды технологиялық желіге біріктіру өте қиын болғандықтан, өндірушілер компрессор мен оның қосалқы жабдықтарын тәулік бойы жұмыс істей алатын арнайы станцияға біріктіре бастады. Қазіргі уақытта мұндай станциялар қазіргі заманғы өнеркәсіптің көптеген салаларында белсенді қолданылатын өндірістік желілердің жұмыс істеуінің ажырамас бөлігі болып табылады.



1.1 - сурет – Компрессорлық құрылғылар

Әдетте, компрессорлық станцияның стандартты құрамына келесі жабдықтар кіреді:

- қысыммен ауаны немесе басқа газды қысуды және беруді жүзеге асыратын Компрессорлық қондырғы;
- сығылған газдың ылғалдылығын қажетті параметрлерге дейін төмендетуге мүмкіндік беретін ылғалдандырғыш, шығыс ағынының пульсациясы теңестірілетін ресивер;
- технологиялық өнімнің бұзылуына әкелуі мүмкін қатты және сұйық бөлшектерден газды көп сатылы тазартуға арналған сүзгілер;
- компрессорлық қондырғы мен қосымша жабдықтың барлық параметрлерін автоматты бақылау және басқару жүйесі;
- компрессорлық жабдықты салқындату жүйелерін, жылыту, желдету, жарықтандыру және т. б. қоса алғанда, станцияның тіршілікті қамтамасыз ету жабдығы.

Компрессорлық станция көбінесе газ, мұнай өңдейтін өндіріс орындарының жалғасы болып келеді. Яғни, сол жақтағы газдарды қысу арқылы жұмыс жасайтын өндіріс орны болып табылады. Компрессорлық станцияның негізгі міндеті сол болып табылады.

сығылғаннан кейін газ 9 жол бойынша 11 май бөлгіштерге, 12 - ші сатыдағы тоңазытқыштарға және 14 - ші орташа қысымды сепараторларға жіберіледі, онда ылғал бөлінеді. Екінші сатыға 8-жол бойынша газ беріледі. Газды дәл осындай өңдеу екінші сатыдан кейін 11,13 және 15 аппараттарда жүргізіледі. Бұл құрылғыларға газ 10 жол арқылы беріледі. Барлық сепараторлардан ылғал 16, 17 және 18 конденсат ыдыстарына түседі және 19 сорғы сорғыларымен алынады. Сығымдау мен өңдеуден кейін Газ тұтынушыға 20 жол бойынша жіберіледі (газбензин зауытына, газлифтке арналған ұңғымаларға және т.б.). Суық және ыстық цикл суын салқындату үшін 21 салқындату мұнаралары қолданылады, онда сыйымдылық пен сорғы, ыстық цикл сорғысы бар кеңейту цистернасы бар. Әдетте орнатылған компрессор үшін 7...10 компрессор, май шаруашылығы қажет, өйткені әртүрлі маркалы майлардың шығыны үлкен (22 май шаруашылығының сыйымдылығы мен сорғылары). Сонымен қатар, компрессорды іске қосу сығылған ауамен жүзеге асырылады, оның қоры арнайы ыдыста шағын қосалқы компрессорлармен толықтырылады 23. Бұл машиналар мен құрылғылардың барлығы қол және мотор клапандарымен жабдықталған құбырлармен байланысқан. Компрессорлық станцияның үлкен экономикасы механикалық шеберхананың, жанар-жағармай қоймаларының, қосалқы бөлшектердің болуын талап етеді. Компрессорлық үй-жайда компрессорлардың көлемді және ауыр бөлшектерін орнатуға және бөлшектеуге мүмкіндік беретін кран шаруашылығы бар. Газдағы конденсат құбырларда сұйық тығындар түзуі мүмкін, әсіресе құбыр жолында ауыспалы көтерілулер мен түсулер болса. Қыста бұл сұйықтық тығындары қатып қалуы мүмкін. Газдағы майдың болуы жарылғыш қоспалардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Сондықтан құбыр жүйесінде май және ылғал бөлгіштер бар.

Бұл машиналар мен құрылғылардың барлығы қол және мотор клапандарымен жабдықталған құбырлармен байланысқан. Компрессорлық станцияның үлкен экономикасы механикалық шеберхананың, жанар-жағармай қоймаларының, қосалқы бөлшектердің болуын талап етеді. Компрессорлық үй-жайда компрессорлардың көлемді және ауыр бөлшектерін орнатуға және бөлшектеуге мүмкіндік беретін кран шаруашылығы бар.

Компрессорлық станцияны Автоматтандыру жүйесі параметрлерді бақылауға және компрессорлық станцияның жұмыс режимдерін Автоматты басқаруға арналған. Ол компрессорлық қондырғыда жергілікті орнатылған AntexAir басқару қалқанынан (PLC110 Aries контроллері мен PCC110 панеліне негізделген), компрессорлық контроллерлерден, станцияны қашықтан басқаруға арналған автоматтандырылған жұмыс орындарынан тұрады.

Компрессорлық станцияны автоматтандыру оның жұмыс істеу сенімділігін арттырды; сығылған ауаның қысымын белгілі бір деңгейде ұстап тұру сығылған ауаны өндіруге жұмсалатын электр энергиясының шығынын азайтады, сонымен қатар сығылған ауамен жұмыс істейтін механизмдердің тиімділігін арттыруға әсер етеді; технологиялық процесті және машиналардың күйін бақылау жақсарды.

Компрессорлық станция жабдықтарының құрамы:

Станцияда қолданылатын жабдық:

- Logik-25s компрессорлық басқару контроллері;
- Logik-33S компрессорлық басқару контроллері;
- Dalgakiran DVK компрессорлары;
- кептіргіштер;
- компрессорлық станцияның өрт дабылы жүйесі.

Компрессорлық станцияны басқаруды автоматтандыруға арналған Овен аспаптарының тізімі:

Бұл автоматтандыру жобасында келесі жабдықтар қолданылды:

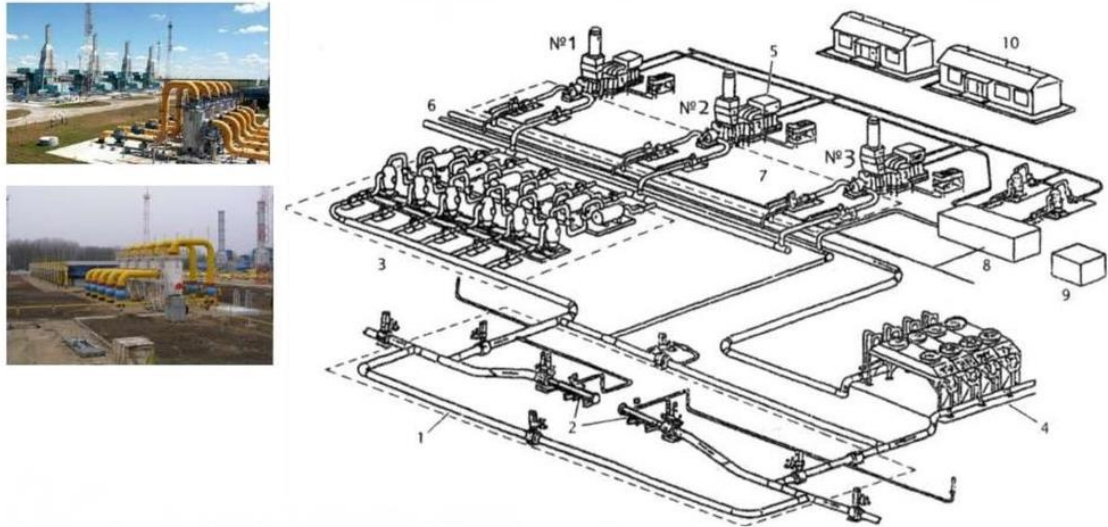
- басқару контроллері Овен ЭКК207;
- GSM модемі ОВЕН РМ01;
- дискретті енгізу модулі Aries MV110-8DF;
- RS-232/RS-485 интерфейс түрлендіргіштері Aries AS3-M.

Көмірсутектің құбыр арқылы қозғалуы кезінде газ құбырының ені бойынша әр түрлі бу кедергісіне байланысты әсер ету жоғалады. Қысымның төмендеуі мұнай құбырының өткізу қабілетінің төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, тасымалданатын көмірсутектің температурасы, негізгі архетип, газдан нәзіктіктің құбыр қабырғасы арқылы жерге және атмосфераға өтуіне байланысты көтеріледі. Жоғарыда айтылғандай, газ құбырының автотрассасы бойымен нақты қашықтықтар арқылы қысымды төмендету арқылы тасымалданатын газдың берілген табысын сақтау үшін сорғы станциялары орнатылады. Компрессорлық станция арасындағы учаскедегі қысымның ығысуы газ айдау қондырғыларындағы әсердің жоғарылау дәрежесін анықтайды. Учаскенің соңындағы мұнай құбырындағы газдың әсері газ айдау қондырғысына өту қысымына тең, ал учаскенің басындағы әсер газды ауамен салқындату аппараттарының кіреберісіндегі қысымға тең. Қазіргі заманғы компрессорлық станция (КС) - бұл табиғи газды дайындау мен тасымалдаудың негізгі техникалық процестеріне кепілдік беретін күрделі инженерлік-техникалық құрылым.

Компрессор станциясы магистральдық мұнай құбырының ажырамас және құрамдас жартысы болып табылады, ол Компрессорлық станцияда орнатылған энергетикалық электр жабдықтарының көмегімен газ тасымалдауды қамтамасыз етеді. Ол бір жолды газ құбырынкіретін құрылымдардың жайлылық класында басқарылатын элемент ретінде қызмет етеді. Газ құбырының жұмыс режимі Компрессорлық станция жұмысының көрсеткіштеріне байланысты. Компрессорлық станция болмауы мұнай құбырының жинақтау қабілетін барынша пайдалана отырып, көмірсутекті тұтыну кезінде газ құбырының жұмыс режимін реттеуге мүмкіндік береді.

Газдағы конденсат құбырларда сұйық тығындар түзуі мүмкін, әсіресе құбыр жолында ауыспалы көтерілулер мен түсулер болса. Қыста бұл сұйықтық тығындары қатып қалуы мүмкін. Газдағы майдың болуы жарылғыш қоспалардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Сондықтан құбыр жүйесінде май және ылғал бөлгіштер бар.

Компрессорлық станцияның сұлбасы



1.3 - сурет – ГПА-дан тұратын компрессорлық станцияның негізгі жабдығының орналасу схемасы

1.3 – суретте ГПА-дан тұратын компрессорлық станцияның негізгі жабдығының орналасу схемасы көрсетілген. Осы суретке сәйкес негізгі жабдықтың құрамына мыналар кіреді: 1 – магистральдық газ құбырына КС қосу торабы; 2 – магистральдық газ құбырын тазарту құрылғысын іске қосу және қабылдау камералары; 3 – шаң жинағыштар мен сүзгі сепараторларынан тұратын технологиялық газды тазарту қондырғысы; 4 – Технологиялық газды салқындату қондырғысы; 5 – газ айдау агрегаттары; 6 – компрессорлық станцияны байлаудың технологиялық құбырлары; 7 – агрегаттарды байлау технологиялық құбырларының бекіткіш арматурасы; 8 – іске қосу және отын газын дайындау қондырғысы; 9 – импульстік газды дайындау қондырғысы; 10 – түрлі қосалқы жабдық; 11 – энергетикалық жабдық; 12 – басқарудың бас қалқаны және телемеханика жүйесі; 13 – КС байлау құбырларын электрохимиялық қорғау жабдығы.

Магистральдық газ құбырларында КС үш негізгі түрі бар: бас компрессорлық станциялар, желілік компрессорлық станциялар және сығымдау компрессорлық станциялары.

Бас компрессорлық станциялар (БКС) газ кен орнынан кейін газ жүрісі бойынша орнатылады. БКС мақсаты магистральдық газ құбырлары арқылы одан әрі тасымалдау үшін технологиялық газдың қажетті қысымын жасау болып табылады. БКС-тің желілік станциялардан түбегейлі айырмашылығы-орталықтан тепкіш супер зарядтағыштармен немесе поршенді газ-ток компрессорларымен бірнеше ГПА-ның дәйекті жұмысымен қамтамасыз етілетін станциядағы жоғары қысу коэффициенті. БКС-да технологиялық газды дайындау сапасына жоғары талаптар қойылады.

Желілік компрессорлық станциялар магистральдық газ құбырларында,

әдетте, 100-150 км-ден кейін орнатылады. КС мақсаты-станцияға түсетін табиғи газды кіріс қысымынан жобалық мәліметтерге байланысты Шығыс қысымына дейін компремирлеу.

Сығымдау компрессорлық станциялары (СКС) жерасты газ қоймаларында (ЖГҚ) орнатылады. СКС мақсаты газды магистральдық газ құбырынан жерасты газ қоймасына беру және оны кейіннен магистральдық газ құбырына немесе тікелей газ тұтынушыларға беру үшін жерасты қоймасынан табиғи газды алу (әдетте қыс мезгілінде) болып табылады. ДКС сонымен қатар газ кен орнында қаттық қысым магистральдық құбырдағы қысымнан төмен түскен кезде салынады. СКС-тің сызықтық КС-тен айрықша ерекшелігі-жоғары қысу коэффициенті 2-4, технологиялық газды дайындауды жақсарту.

1.1.1 Компрессорлық станциядағы датчиктерге түсініктеме

Механизмдерді жүргізу үшін пневматикалық энергия қолданылады. Сығылған ауаны алу үшін бетінде орналасқан стационарлық компрессорлық қондырғылар қолданылады. Пневматикалық құбырлар желісі магистральдық және радиалды құбырлардан тұрады. Жүйе қашықтағы тұтынушының өзі жұмыс істеуі үшін қажетті қысым мөлшерін қамтамасыз ету принципі бойынша жұмыс істейді. Компрессорлық станцияларда әдетте бірнеше турбокомпрессорлық қондырғылар және 2-3 поршеньді қондырғылар болады. Соңғысы ең жоғары жүктеме кезінде қосылады, өйткені турбокомпрессорлық қондырғыларды іске қосу және тоқтату салыстырмалы түрде қиын.

Турбокомпрессорлардың өнімділігі әдетте сору құбырындағы қақпақтармен реттеледі. Ауа ағыны өзгерген кезде қысымды тұрақтандыру Сығылған ауа магистралінде орналасқан қысым датчигінің сигналдары бойынша жүзеге асырылады. Жүйенің тұрақтылығы үшін демпферлік позиция бойынша кері байланыс енгізіледі.

Компрессорлардың өнімділігі бірқатар технологиялық параметрлерді қолдану арқылы реттеледі:

- ауа температурасы қысудың 1 және 2 сатысынан кейін және тоңазытқышта;
- майлау жүйесінің бірқатар нүктелеріндегі май қысымы;
- салқындатқыш су шығыны;
- кіріс құбырындағы қысымның төмендеуі.

Компрессорлар тобын басқару блок-модульдік принцип бойынша құрылған және жұмыс істеу үшін сыртқы сенсорлардың ақпаратын пайдаланатын толық басқару құрылғыларымен жүзеге асырылады.

Пневматикалық жабдықтаудың компрессорлық қондырғыларын автоматтандыру процесі байыпты зерттелуге жатады, өйткені барлық қысым датчиктері, Шығын өлшегіштер немесе жылу кедергісі қауіпсіздік ережелерімен рұқсат етілмейді.

Салқындату жүйесіндегі су ағынын өлшеу. Салқындату жүйесінің құбырлары-ағын датчиктері:



1.4 - сурет – Blanchett 1100 турбиналық металл шығын өлшегіші

Blanchett 1100 турбиналық металл шығын өлшегіші қиын жағдайларда қолдануға бейімделген. Blanchett 1100 берік құрылымға ие, дәлдігі 1% дейін және мұнай-химия өнеркәсібінде ағынды өлшеуге өте ыңғайлы.

1 және 2 қысу қадамдарынан кейін ауа температурасын өлшеу. Компрессордың құбырлары . Жылу Кедергісі: Thermocont



1.5 - сурет – Thermocont жылу кедергісі

Thermocont TS температура өлшегіштері тұрақты температураны өлшеуге арналған және жалпы өнеркәсіптік қолдануға жарамды.

Thermocont TS датчиктері жетілдірілген техникалық сипаттамалармен бірге жұмыс істеудің қарапайымдылығымен ерекшеленеді. Арнайы нұсқалардың үлкен таңдауы қауіпті жағдайларда қолдану мүмкіндіктерін едәуір кеңейтеді.

THERMOCONT TS сандық температура түрлендіргіші әртүрлі газ орталары, сұйықтықтар, булар және басқа материалдармен жалпы өнеркәсіптік қолдануға арналған. Жарылысқа қауіпсіз орындау thermocont TS сериялы датчиктерді қауіпті өндірістерде және қатал өнеркәсіптік жағдайларда қолдануға

мүмкіндік береді. Есептегіштерді келесі салаларда қолдануға болады:

- мұнай-газ саласы,
- металлургия өнеркәсібі,
- ауыл шаруашылығы,
- машина жасау,
- көлік саласы және басқалары.

1.2 Компрессорлық станцияның негізгі технологиялық жабдықтары

Компрессорлық станциялардың негізгі технологиялық жабдықтары магистральдық газ құбыры арқылы қажетті газ тасымалдауды қамтамасыз ететін газ компрессорлық қондырғылар болып табылады. Компрессорлық станциялардың қосалқы жабдықтары стандартты режимді сым болып табылады. сорғы станциялары сияқты екі топқа бөлуге болады: газ айдау қондырғыларының қалыпты жұмысын қамтамасыз ететін жабдық; қызмет көрсету нысанының жабдықтары. Бірінші топтың қосалқы жабдықтарына газды шаңнан және конденсацияланған ылғалдан тазартуға арналған қондырғылар жатады; орталықтан тепкіш суперзарядтардан шыққаннан кейін газды салқындатуға арналған жабдық; газ компрессорлық қондырғыларды майлау, тығыздау, реттеу және қорғау жүйелеріне арналған жабдық; май салқындату жүйесінің жабдықтары.

Компрессорлық станциялардың газ айдау қондырғысы орталықтан тепкіш компрессор мен жетектен тұрады. Жетек ретінде газ турбиналары (стационарлық, авиациялық және теңіздік) және электр қозғалтқыштары қолданылады. Ең көп қолданылатыны газ турбиналары. Бұл олардың бірқатар артықшылықтарына байланысты: суық күйден турбинаның жылдам іске қосылуы (15-30 мин), газ қозғалтқышының компрессорларымен салыстырғанда шағын өлшемдері мен салмағы, салыстырмалы түрде жоғары тиімділігі (30%-ға дейін), конструкциялардың қарапайымдылығы мен сенімділігі, бір блокта жоғары қуаттың шоғырлануы, байқалатын тербелістердің болмауы, сыртқы энергия көздерінен тәуелсіздік. Газ компрессорлық қондырғының үрлегіші өнімділігі жоғары (тәулігіне 80 млн м³ немесе 30 млрд м³/жылға дейін) және қысу коэффициенті (1,22-1,25 - бір реттік үшін) бір немесе екі сатылы ортадан тепкіш компрессор болып табылады. -сатылы және 1,45-1,5 - екі сатылы үшін). Бір сатылы орталықтан тепкіш супер зарядтағыш құйылған бөлінген корпустан тұрады.

Сығымдау компрессорлық станциялары (СКС) жерасты газ қоймаларында (ЖГҚ) орнатылады. СКС мақсаты газды магистральдық газ құбырынан жерасты газ қоймасына беру және оны кейіннен магистральдық газ құбырына немесе тікелей газ тұтынушыларға беру үшін жерасты қоймасынан табиғи газды алу (әдетте қыс мезгілінде) болып табылады. ДКС сонымен қатар газ кен орнында қаттық қысым магистральдық құбырдағы қысымнан төмен түскен кезде салынады. СКС-тің сызықтық КС-тен айрықша ерекшелігі-жоғары қысу

коэффициенті 2-4, технологиялық газды дайындауды жақсарту.

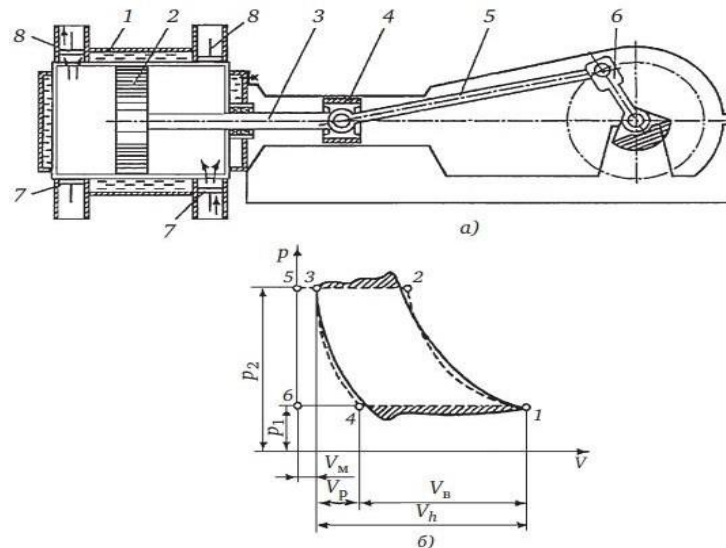
1.3 Компрессордың түрлері

Компрессор – газды сығуға арналған құрылғы. Құрылғысына байланысты компрессорлар:

Мөлшерлі (поршенді, ротациялық), тұйықталған мөлшері азайтылған кезде пайда болатын қысылған газ; Мөлшерлі супер зарядтағыштар негізінен компрессорлар ретінде қолданылады және екі топқа бөлінеді: поршеньді және айналмалы. Көлемді супер зарядтағыштардың кейбір түрлері сорғылар мен вакуумдық сорғылар ретінде қолданылады. Поршеньді супер зарядтағыштарда жұмыс сұйықтығының қозғалысы поршеньнің кері қозғалысы арқылы жүзеге асырылады. Өз атауы бар поршеньді және мембраналық супер зарядтағыштар поршеньді сорттар болып табылады. Роторлы супер зарядтағыштар (бұрандалы, спиральды, алты - Бренн, пластиналы, радиалды және осьтік - поршенді және т.б.) олардың әрқайсысына тән айналмалы жұмыс органын (ротор) қамтиды, оның көмегімен сұйықтықтың энергиясын арттыру жүзеге асырылады. Айналмалы супер зарядтағыштардың корпусы көбінесе осыған байланысты статор деп аталады. Айналмалы супер зарядтағыштардың кейбір түрлерінде (пластина, радиалды және осьтік поршеньді) жұмыс органының жеке элементтерінің кері қозғалысы да бар.

Мөлшерлі компрессорлар шартты түрде тұрақты өнімділік супер зарядтағыштар класына жатады. Оларды дамып келе жатқан қысымның белгілі бір интервалында беру желінің кедергісіне аз тәуелді. Мөлшерлі компрессорлар класынан қазіргі уақытта поршеньдер ең көп қолданыла бастады. Тұрмыстық және шағын сауда тоназытқыштары, тұрмыстық және кеңсе автономды кондиционерлері-бұл негізінен поршенді компрессорларды қолдану саласы. Мөлшерлі компрессорлар: поршенді және бұрандалы компрессорлар болып бөлінеді. Поршенді компрессорларды қарапайым крейцкопфсыз (треникалық) және крейцкопфты деп бөлуге болады. Крейцкопф компрессорлары көбінесе қос әрекетті болып табылады. Поршеньдік компрессорлардың жұмыс принципі поршеньді кері- алға жылжыту кезінде қозғалатын газды айдау қуысына механикалық ығыстыруға негізделген.

Бастапқыда цилиндрді майламайтын компрессор лабиринтті тығыздағышпен орындалды, онда поршеньді тығыздау поршеньге кесілген ойықтар арқылы жүзеге асырылады, бірақ бұл дизайн практикалық қолданбаға ие болмады. Болашақта цилиндрлерді майлаусыз компрессорларды дамыту компрессорларды құру және енгізу жолымен жүрді, онда поршеньдерді тығыздау композициялық материалдардан жасалған поршеньдік сақиналармен жүзеге асырылады.



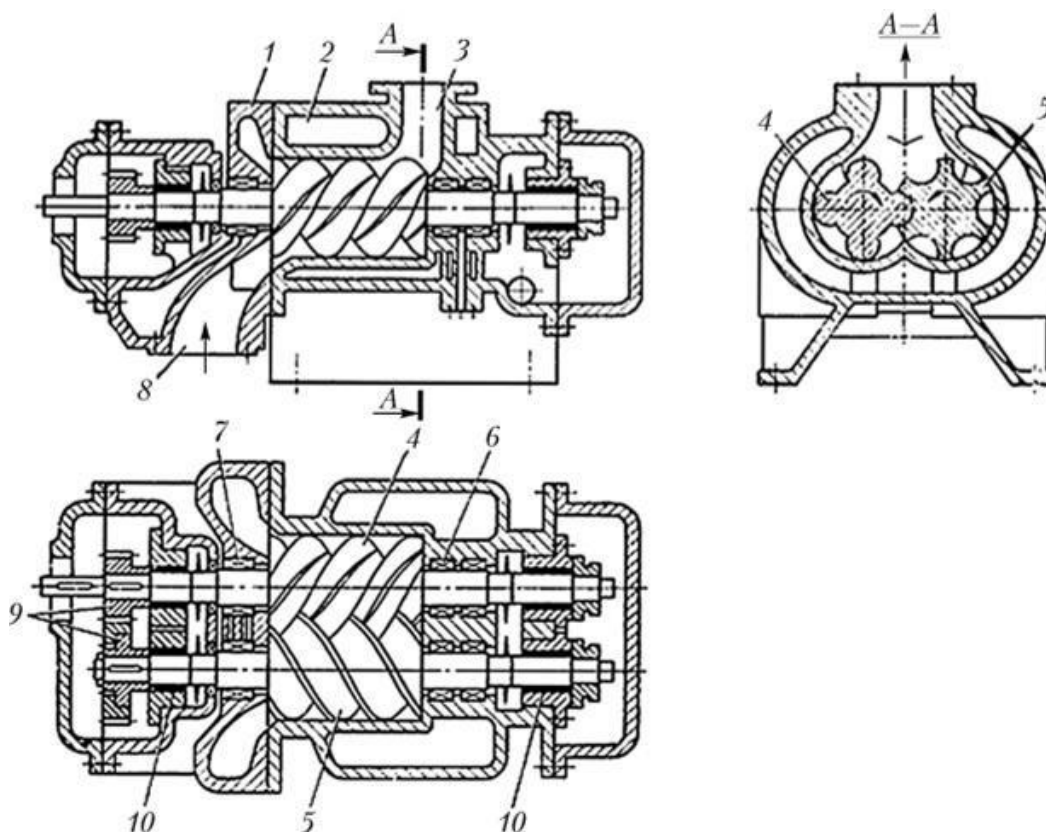
1.6 – сурет – Бір сатылы екі жақты поршенді компрессор

1.6 – суретте а – жалпы схема: 1 – цилиндр, 2 – поршень, 3 – өзек, крейцкопф, 5 – иінді, 6 – иінді, 7, 8 – сору және айдау клапандары; б – индикатор диаграммасы: 1...4 – процесс нүктелері; V_p – өлі кеңістіктің кеңею көлемі; V_b – нақты сору көлемі.

Осыған байланысты өнеркәсіп шығаратын поршенді компрессорлардың жалпы саны жүздеген миллионға жетеді және басқа типтегі компрессорлардың жалпы санынан әлдеқайда көп. Бұрандалы компрессорлар, поршеньдік компрессорлар сияқты, көлемді машиналарға жатады.

Бұрандалы компрессорлар тек сығылатын сұйықтықтарды, яғни газдарды жылжытуға арналған және компрессор ретінде қолданылады. Оның беріліс супер зарядтағышынан басты құрылымдық айырмашылығы-беріліс тістері. Оларды көп бұрандалармен бекітуге болады. Осы негізде компрессор өзінің "бұрандалы" атауын алды. Беріліс компрессорларынан айырмашылығы, бұрандалы компрессордағы қысу аймағындағы тістер аралық қуыстан газды ығыстыру кезінде оны қозғалатын газдың қысылуымен бірге қиғаш тістер арасындағы ойпаттар бойымен айдау бір уақытта жүреді. Осы себепті бұрандалы компрессордағы сору және айдау құбырлары диагональ бойынша орналастырылған, яғни бұрандалар осінің әр түрлі ұштарында жоғарыдан және төменнен. Ығысу, жоғарыда айтылғандай, тістің депрессияға енуінен басталатын және ойықтың соңы ингибиторлық тесікпен тураланғанға дейін жалғасатын қысу циклінің алдында болады. Ойықтың ұшын сығылған газды шығаруға арналған тесікпен біріктіргенде, айдау циклі басталады. Тіс аралық қуыстарды толтыру ол корпустың төменгі бөлігінен өткен кезде сору тесігі арқылы жүзеге асырылады. Поршеньдік берілістерден және бұрандалы үрлегіштерден айырмашылығы, сору, қысу және айдау процестері параллель жүреді, өйткені ойықтар тиісті терезелерге шығады: сору немесе айдау. Бастапқыда цилиндрді майламайтын компрессор лабиринтті тығыздағышпен орындалды, онда поршеньді тығыздау поршенге кесілген ойықтар арқылы жүзеге асырылады, бірақ бұл дизайн

практикалық қолданбаға ие болмады.



1.7 - сурет – Бұрандалы компрессордың құрылымдық схемасы

Ортаға тебуші және білікті, газға күштік әсер ету айналмалы күрек арқылы және сорғалап ағатын, оның жұмыс істеу принципі сорғалап ағушы насостар арқылы жүзеге асады. Компрессорлар бірсатылы және көп сатылы болуы мүмкін. Көп сатылы компрессорлар үлкен қысым алу үшін қолданады. Компрессорлар стационарлы және қозғалмалы, көлденеңді, тік және көлбеу орналасқан цилиндрлі, бірсатылы және көпсатылы болып жасалады.

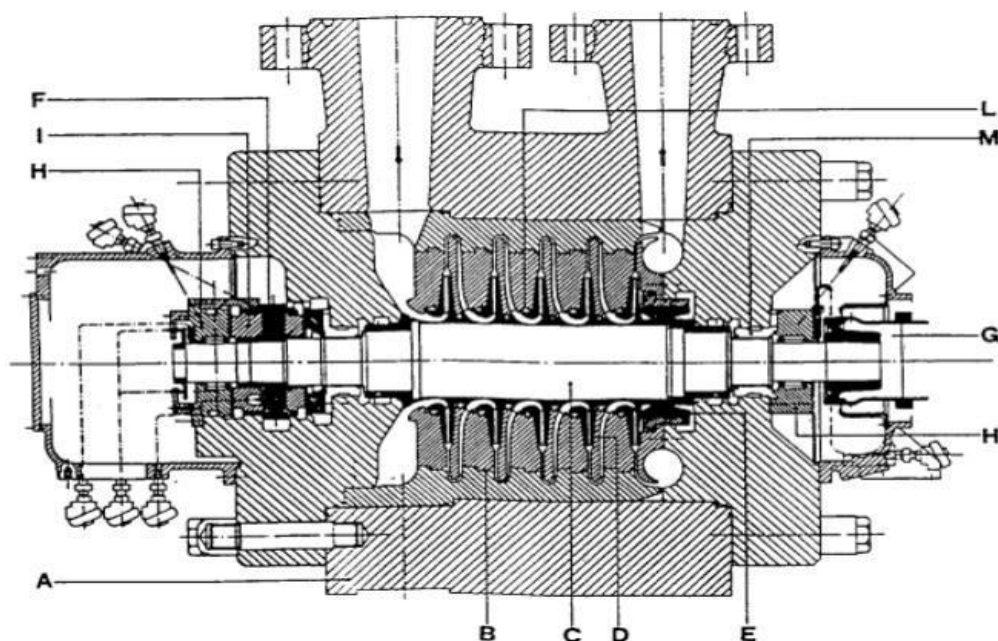
1.4 Ортаға тепкіш компрессорлар

Ортаға тепкіш компрессорлар бұл динамикалық компрессорлар. Осы типтегі қондырғылардың басты артықшылығы-олардың жоғары өнімділігі, бұл басқа түрлердің компрессорларының көрсеткіштерінен бірнеше есе көп. Осының арқасында құрылғысы оларды қарқынды пайдалану кезінде пайдалануға мүмкіндік беретін орталықтан тепкіш ауа компрессорлары өнеркәсіптік ауқымда – мұнай өңдеу, металл өңдеу және басқа да қызмет салаларында кеңінен қолданылады.

Орталыққа тепкіш қондырғылардың басқа типтегі жабдықтардан маңызды айырмашылығы-май мен газ арасындағы байланыстың болмауы. Осы типтегі қондырғылар жағдайында жабдықтың жұмыс элементтерін майлауға қойылатын

талаптар көлемді қондырғыларға қарағанда әлдеқайда төмен. Бұл жағдайда майлау Жабдықтың элементтерін тоттан толығымен қорғайды, ал аз тотығуы бар май берілістерді, тығыздағыштарды және мойынтіректерді мүмкіндігінше тиімді майлайды.

Мұндай берілген компрессордың түрінде қысым мен үздіксіз ағын газы қалақтың айналу қозғалысымен және статордың аэродинамикасы және диффузордың арқасында пайда болады. Машинаның бұл түрі диафрагмасы бар ішкі қаптамадан (А), валдан пайда болған ротордан (В), бір немесе бірнеше қанатша (С), теңдестіру барабанынан (D) және жігерлі сақинадан (F) тұрады. Ротор, мотор мен турбинаның көмегімен және жігерлі мойынтірек арқылы осьтің бағытталған күйінде мойынтіректің сырғанауында айналып, қалыпқа келеді. Ротор лабиринт тығыздығымен және керек кезінде құрғақ газды тығыздықпен жабдықталған.



1.8 - сурет – Ортағатепкіш компрессордың құрылысы

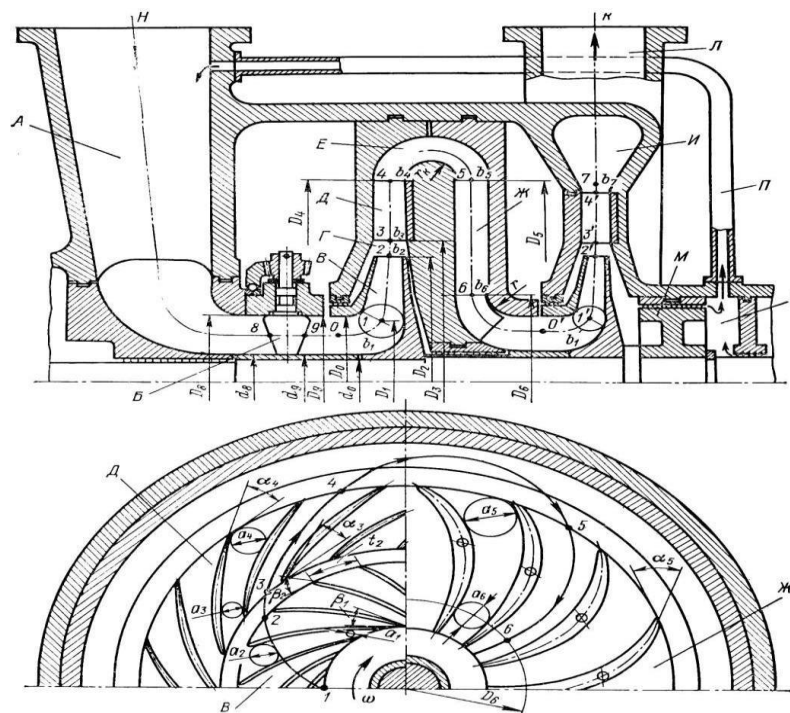
Газ компрессорге сіңіргіш қондырма арқылы сіңіреді және сақиналы камераға кіреді, біркелкі радиалды қозғалысқа барлық жағынан ортаға бағыттталып сорғылайды. Газ сіңіргіш диафрагмаға ағады, содан кейін оны бірінші қанаты жинап алады. Газдың қысымы мен жылдамдығы әр қанатшада қажетті мәнге дейін өседі. Газдың жолы әр қанатшаға бірдей. Соңғы қанатшасы газды пайдаланылған камераға әкелетін диффузорға бағыттайды.

Жабдықтың құрылысы мен жұмыс принципі мүмкіндігінше қарапайым. Осыған байланысты орталықтан тепкіш компрессорлардың өнімділігі жоғары деңгейде ұзақ қызмет ету мерзімі бар. Дизайн ерекшеліктері бөлшектердің тез тозуына жол бермейді, сондықтан жөндеу жұмыстары сирек қажет.

Оларды қолдану аясы кең. Құрылыстар өнеркәсіп саласында, атап айтқанда, металл өңдеу және мұнай өңдеу кәсіпорындарында сәтті пайдаланылуда.

Сондай-ақ, мұндай құрылғыларды тамақ өнеркәсібінде табуға болады.

Ортаға тепкіш сорғылар, айтпақшы, ұзақ мерзімді газбен жабдықтау жүйелерінде және үлкен өнімділігі бар мұздатқыштарда қолданылады. Центрге тартқыш сорғылармен және сақиналы желдеткіштермен бірдей әрекет постулаты жоқ. Алайда, центрге тартқыш компрессормен дамыған әсер ету деңгейі (0, 4-1 және 3 МПа дейін) желдеткіштердің әсер ету деңгейі айтарлықтай жоғары. Бұл қысудың екі-үш сатысын және еңбек дөңгелегінің жоғары айналу амплитудасын қолдану арқылы қол жеткізіледі, бұл өз қатарында ағындық жартылардың жартылай профилін және құрылымдық компоненттерді өндірудің дәлдігін Мұқият таңдаудың жоғары нұсқамаларын анықтайды. Кондиционерлер мен сорғылардың жұмысының төмен теориялық алғышарттарын орталықтан тепкіш сорғыларға да қолдануға болады. Айырмашылығы-компрессорлардың ағынды жартысынан өтетін газды сығылмайтын деп санауға болмайды. Супер зарядтағыштағы әсердің жоғарылау дәрежесі 1,03-тен жоғары болған кезде, супер зарядтағыштағы газ-динамикалық процестерге көмірсутек параметрлерінің өзгеруі оның қысылуымен әсер етеді.



1.9 - сурет – Құрылымдық элементтердің көлденең қосқышы бар екі сатылы орталықтан тепкіш компрессордың схемасы

1.9 – суреттегі А – жеткізу арнасы; Б – бағыттаушы (реттеуші) аппарат; В – жұмыс дөңгелегі; Г – қалақсыз диффузор; Д – қалақша диффузоры; Е – радиалды-сақиналы бұрылыс; Ж – кері-бағыттаушы аппарат; және-ұлу (спиральды канал); Л – айдау құбыры; М – түсіру поршені (dummi); О – ойластырылған қуыс; П – құбыр.

Ортадан тепкіш компрессордың бұл түрі құрылымдық элементтердің көлденең қосқышы бар екі сатылы ортадан тепкіш компрессор болып табылады.

Кіріс (реттеуші) осьтік агрегат Б арнайы маховиктің көмегімен үйлесімді бұрыла алатын қалақшалар бетінің жүйелерінен тұрады. Жоғарыда көрсетілгендей, кіріс ағынының бұралуын өзгерте отырып, мен ағынының аэродинамикалық параметрлерін, демек, жалпы компрессордың жұмыс көрсеткіштерін өзгерту мүмкін емес. Иық пышақтарының вирусымен есік каналының кедергісі де өзгереді, яғни.синхронды түрде Мен сорғыштағыағынды дроссельдеу жүзеге асырылады. Ағынды бұрау да, оны сору кезінде дроссельдеу де компрессорға Л басқарушы әсер етеді. Сорғының осы бөлігінде көмірсутек ағыны 8 және 9 нүктелер арасындағы учаскедеқозғалады.

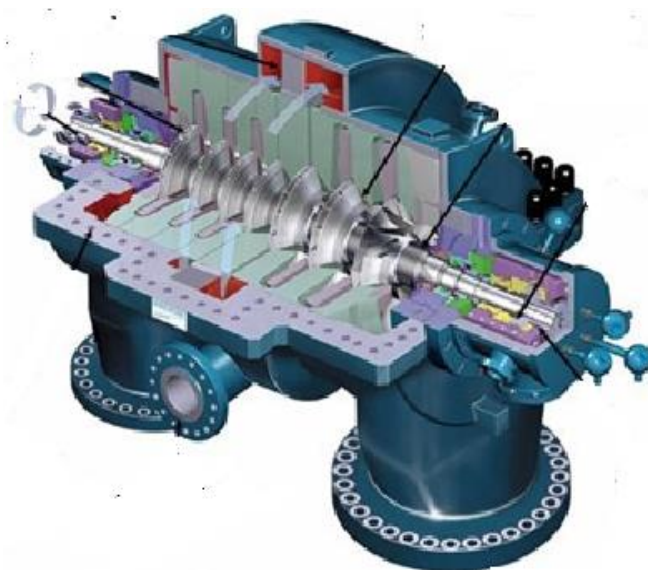
Сорғының маңызды биологиялық элементі-жанармай ағынының екінші қысу сатысының жұмыс дөңгелегіне жететін қондырғысы. Жұмыс дөңгелегіне жанармай ағынын жеткізу есік құрылғыларының көмегімен жүзеге асырылады, олар бұрын өткен жылдамдық жоспарының экспресс- талдауынан көрініп тұрғандай, беттер компрессордың жұмыс параметрлерінеайтарлықтай әсер етуі мүмкін.

Шығыс құрылғылары мен сақина компрессорларының конфигурациясы әртүрлі көлденең қималары жоқ және спираль тәрізді (сорғылар мен кондиционерлер сияқты) немесе сақиналы бейнекамера түрінде бекітілген. Сақиналы бейнекамералар тұрақты көлденең қимаға ие және өндірісте онша технологиялық емес.

1.4.1 Ортаға тепкіш компрессорлердің түрлері

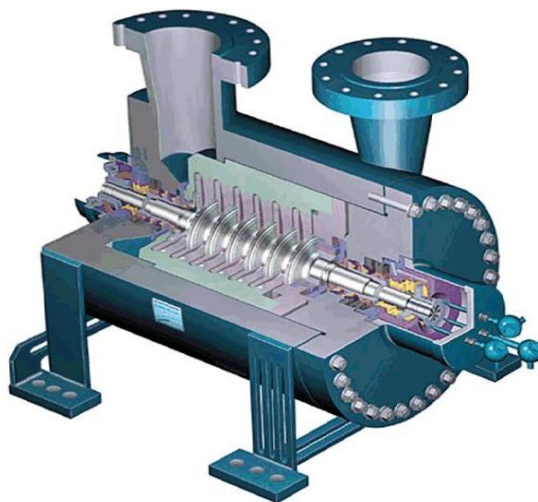
Ортаға тепкіш компрессорлар қысым мен ерекше талаптарды қанағаттандыру үшін әртүрлі сырт пішінді болады. Олар келесі түрде жіктелуі мүмкін:

– корпусы горизонталь бөлінген компрессор – көлденең бойынша корпус екітүрлі бөлікке бөлінген.



1.10 - сурет – Корпусы горизонталь бөлінген компрессор

Корпусы тік бөлінген компрессор (баррель) – мұндай компрессорларға баррель деп аталатын болат цилиндр қондырылған. Мұндай компрессорлар жоғары қысымды үдерісте қолданылады (700 атмосферге дейін). Цилиндр ішінде, роторы мен диафрагмасы көлденеңді ажыратқыш компрессорлардағыдай.



1.11 - сурет – Корпусы тік бөлінген компрессор

Іштей орнатылған редукторлы компрессор – біршама аз қысым кезінде қолданылады. Негізінен, бірнеше валды және қондырылған бәсеңдеткішті мотордан валға қозғалыс берілісіне ие.



1.12 - сурет – Іштей орнатылған редукторлы компрессор

Ортағатепкіш компрессорлардың кемшіліктеріне келесі фактілерді жатқызамыз:

– өндіру кезінде аз мәнді өнімділік үшін үлкен қиындық пайда болады. Оның барлығы ең алдымен аз мөлшерлі жұмыс дөңгелегін өндіру кезіндегі қажеттілікпен және конструкторлық құжаттаманың талабын жоғары дәлдікте сақтаумен байланысты;

– ортаға тепкіш компрессорларды реттеу кезінде өнімділіктің өзгеруі

жіңішке диапазонға ие. Егер де валдың айналу жиілігін немесе кірістегі ширату ағынын өзгертпесе помпаждағы өнімділіктің пайда болу жағдайы номиналдан 60-80 % төмендеуі мүмкін;

компрессордың сипаттамасы термодинамикалық және ауыстыру газының физикалық қасиетіне байланысты. Бұл факт ортаға тепкіш компрессорлардың газдың бір түрінен өндірілетінін көрсетеді. Компрессордың басқа газ түріне ауыстыруы құрылымы немесе жұмыс режимінің өзгеруін талап етеді.

1.5 ВК сериялы ортаға тепкіш компрессорлардың сипаттамасы

ВК сериялы компрессорлық бұраманың қондырғысы, әртүрлі өнеркәсіп салаларында қысылған газды беруге және өндіруге арналған. Бөлшектері мен клапандарының жоқтығына қарамастан, беріктілігі жоғары және төзімді. Компрессорлық қондырғының бұл түрін қолдануда, бойлық пневможелінің шығынын шығару кезіндегі өндірілген қысылған ауаны нысанға жақындатуға мүмкіндік береді. Компрессорлық қондырғылар өзіне бір сатылы екі роторлы бұрама компрессорларды енгізеді. Компрессорлардың қызмет көрсетуі қарапайым, конструктивті орындалуы жеке түйіндер мен бөлшектерді алмастыруын қарастырады. Электрондық басқару жүйесі сақтандыру жұмысын жүргізуге көмектеседі. Автоматты бақылау, басқару, қорғау жүйесі компрессорлардың ұзақ мерзімде тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Шу қорғанысты орындалуы компрессорлардың жұмысын дыбыссыз орындайды.

ВК-6М1 орталықтан тепкіш компрессордың пайдалы әсерінің жалпы коэффициенті 0,6-0,65 құрайды. Орталықтан тепкіш компрессорлар поршеньге қарағанда үлкен артықшылықтарға ие:

- ішкі майлауды қажет етпейді, газ маймен ластанбайды, жарылысқа қатысты онша қауіпті емес; майланған бөліктер тек мойынтіректер болып табылады. осыған байланысты-майдың аз шығыны.

- центрифугалық компрессорлық машинаның роторы жоғары жылдамдықпен айналады.

- оларды жылдам бу турбиналарымен Электр қозғалтқыштарымен және газ турбиналарымен тікелей қосуға болады.

- олар компам, массасы аз және қарапайым дизайнға ие, жұмыс құрастыру қондырғысы-бұл машинаның роторы. бұл қызмет көрсетудің ыңғайлылығын қамтамасыз етеді.

- ауа компрессор арқылы бір бағытта біркелкі өтеді. осының арқасында орталықтан тепкіш компрессорлары бар қондырғыларда қабылдағыштарды жеке сатылар арасында және айдау камерасынан кейін қолданудың қажеті жоқ.

- орнату үшін машина залының шағын бөлмесі қажет.

ВК-6М1 центрифугалық компрессорларының кейбір кемшіліктері бар: жоғары қысымда төмен өнімділікті алу қиын (төмен өнімділік төмен айналымды қажет етеді, ал төмен айналымдарда жоғары қысымды алу мүмкін емес) және центрифугалық компрессордың пайдалы әсер ету коэффициенті поршеньге

қарағанда аз.

ВК бм1 компрессорының өнімділігі сорғы немесе желдеткіш сияқты максималды к. п. д.сәйкес келеді оңтайлы деп аталады және машинаның тиісті жұмыс режимі. ол қысымның мөлшерімен және оған сәйкес өнімділікпен анықталады - оңтайлы. Компрессор оңтайлы немесе оған жақын режимде жұмыс істей алатындай етіп таңдалады.

Компрессордың тұрақты жұмысы КВ қисығының қисық тармағында ғана мүмкін болады. АК-ның өсіп келе жатқан тармағында сорғы деп аталады, яғни қысым мен өнімділіктің күрт ауытқуымен көрінетін тұрақсыз жұмыс: содан кейін компрессор тым көп ауа береді, содан кейін ол жеткізуді тоқтатады. Бұл өз кезегінде қуат тұтынудың айтарлықтай ауытқуын тудырады. Сонымен қатар, Vc бм1 вакуумдық компрессорының ПӘК-і айтарлықтай төмендейді. Сорғы ауа компрессорының дірілімен және машина роторының осьтік итерулерімен бірге жүреді. Сорғы құбылысы механикалық жүйелердің тербелісіндегі резонанс құбылыстарына ұқсас. Осылайша. АК қисығының өсіп келе жатқан тармағында орталықтан тепкіш компрессорлар мен сорғылардың жұмысына жол берілмейді. Помпаж құбылысы жүктеме шамадан тыс азайған кезде пайда болуы мүмкін. Сондықтан компрессорды сорғыдан тез шығару үшін сорғыш құбырдағы дроссельді дереу жабу керек. Қазіргі заманғы турбокомпрессорларда Автоматты қарсы қорғаныс қолданылады. Бұл схеманың негізгі элементі-артық Сығылған ауа атмосфераға шығарылатын Шығыс клапаны.

1.6 Компрессордың электр жабдықтарының жұмыс режимін қысқаша сипаттау және автоматтандырылған электр жетегіне қойылатын талаптар

Жетекті таңдаған кезде тікелей қозғалтқыштың компрессормен жалғануына ұмтылады, мұндай жетек сенімді және пайдалы әсер коэффициент қондырғысы жоғары. Қозғалтқыштың білігін компрессордың иілгіш жалғастырушы білігімен, екі білікке де шағын қауіпін жіберетін, немесе қатты жалғастырғыш, жеткілікті айналу моменті бар ротор, компрессордың шығаруын жалғайды. Қажетті айналу моменті тангенциалдық күш диаграммасымен анықталады. Машинаның салмағының дұрыс пайдаланып, төмендету үшін сатысыз жетек аз қолданылады, және орташа компрессордың ернемекті электр қозғалтқышы, компрессордың білігіне отырғызылған сатылы ротор қолданылады. Тоңазытқышты машиналардан қосымша артықшылық аламыз, өйткені, өте сезімтал түйіні жоқ болады, әсіресе тығыздамасы және де машинасы тығыздамалы болуы мүмкін. Мұндай тоңазытқыш машиналардың суық өнімділігі 300,000 ккал/сағдейін жасалады.

Егерде серпімді жалғастырғышта жалпы рамасы болмаса, онда қандай да бір орында шөгуін бермес үшін, іргетасын мұқият арматуралау қажет. Машинаны айнымалы жазық, іргетасы құйылған сүйелген арқалыққа қойған жөн. Біліктің тікелей жалғануына қарағанда, үлкен үнемділік жетекте бар, өйткені компрессордың поршені және қозғалтқышы бір сояуышта орналасқан.

Компрессорлар – газ құбырларын және де турбиналық қозғалтқыштың бөлігі, аэродинамикалық және құрылымдық жетілуі белгілі мөлшерде қуатын, үнемділігін, габариттік мөлшерін, қозғалтқыштың ресурсы мен сенімділігін анықтайды. Компрессорге қойылатын талаптар, қозғалтқышқа қойылатын талаптармен бірдей.

Бірдей қойылатын талаптармен қатар бірнеше өзгешеліктері бар:

- берілген секунддық ауа шығынын қамтамасыз ету;
- берілген деңгейдегі қысымның көтерілуін қамтамасыз ету;
- кең диапазондағы ротордың айналу жиілігінің жұмысын тұрақты қамтамасыз ету.

Компрессордың газды динамикалық параметрлеріне талабын қозғалтқыштың термодинамикалық есептеу нәтижесінен анықтайды. Сонымен қатар қозғалтқыш түйінінің өзаралық жұмысы әртүрлі режимдегі қозғалтқыш жұмысымен қарастырылады. Компрессордың негізгі параметрлерін осылай анықтау, қозғалтқышты жасаудың техникалық ережелеріне енгізіледі.

Есептік бөлім

2.1 Қуатты есептеу және жетек қозғалтқышын таңдау

Қажетті технологиялық элементтерге сәйкес асинхронды қозғалтқыштың түрін таңдаймыз.

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы – 98 с^{-1} ,

Пропорционалдық коэффициент $k = 0.5$,

Жүктеме түрі $q = 1.5$,

Механизмнің ПӘК $\eta_{\text{мех}} = 0,80$.

Электржетегін жобалаудың маңызды бір бөлігі қозғалтқыштың қуатын таңдау болып табылады, себебі қозғалтқыш электрэнергиясын механикалыққа түрлендіретін негізгі құрылғы болып табылады, сондықтан оны дұрыс таңдау жүйенің жалпы технока-экономикалық көрсеткіштеріне әсер етеді.

Қозғалтқышқа қойылатын негізгі талаптардың бірі оның сенімділігі болып табылады, ал жүйенің жұмыс жасау сенімділігі қозғалтқыш қуатының дұрыс таңдалған жағдайында ғана орындалады.

Қуаты қажетті қуаттан үлкен қозғалтқыш таңдау жүйенің пайдалы әсер коэффициентінің төмендеуіне, орынсыз шығындардың орын алуына және асинхронды қозғалтқыштың қуаттық коэффициентінің төмендеуіне әсер етеді.

Қуаты қажетті қуаттан төмен қозғалтқыш таңдау механизмнің қалыпты жұмыс жасау жағдайына кері әсер етуі мүмкін және қозғалтқыштың есептік жұмыс жасау мерзімінің төмендеуіне әсер етеді.

Есептеулерді қарапайымдандыру үшін бұл шамалар технологиялық процесс талаптарына сәйкес белгілі деп есептейміз, яғни тапсырмаға сәйкес қозғалтқыш білігіне түсетін жүктеменің өзгерісі заңдылығы белгілі және төмендегі өрнекке сәйкес анықталады деп есептейміз:

$$M_{\text{cm}} = k\omega^q, \quad (2.1)$$
$$M_{\text{cm}} = k\omega^q = 0,5 \cdot 98^{1,5} = 485 \text{ Нм}$$

Қозғалтқышқа қажет айналу жиілігі:

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 98}{3,14} = 936 \text{ айн/с} \quad (2.2)$$

Қозғалтқыштың түрі және оның айналу жиілігін реттеу әдісі алдын-ала белгілі деп есептеп, белгілі қатынас бойынша қажетті қуаттың мәнін анықтаймыз:

$$P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{ст}} \cdot n}{9575} = \frac{485 \cdot 936}{9575} = 47 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

Берілген шарттарға сәйкес қозғалтқыш айналу жиілігінің кез-келген мәні кезінде қалыптасқан режимде ($M=M_{ст}$) жұмыс жасайды деп есептеп, қозғалтқыштың түрін және қуатын қажетті жүктеме моменті мен бұрыштық айналу жылдамдығына $M_{ст}$, ω мәндеріне сәйкес келсі шартты $P_{қоз} \geq P_{экв}$ қанағаттандыратындай етіп таңдап аламыз. Қозғалтқыштың есептік қуаты белгілі болған соң каталогтан қуаты есептік қуаттан жоғары болып табылатын қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдаймыз.

Кесте 2.1 – Асинхронды қозғалтқыш параметрлері

ЭҚ-ның түрі	$P_{2ном}$, кВт	Энергетикалық параметрлер		Ауыстыру схемаларының параметрлері (с.б)				
		ПӘК, %	$\cos\varphi$	X_0	R'_1	X'_1	R''_1	X''_1
4A280S6У3	75	92	0.89	3,7	0.01 2	0.021	0.013	0.046
		Механикалық характеристика						
	$m_{п}$	$m_{м}$	$m_{к}$	$s_{ном}$, %		$s_{к}$, %		
	1,2	1,0	2,2	2,0		8,3		

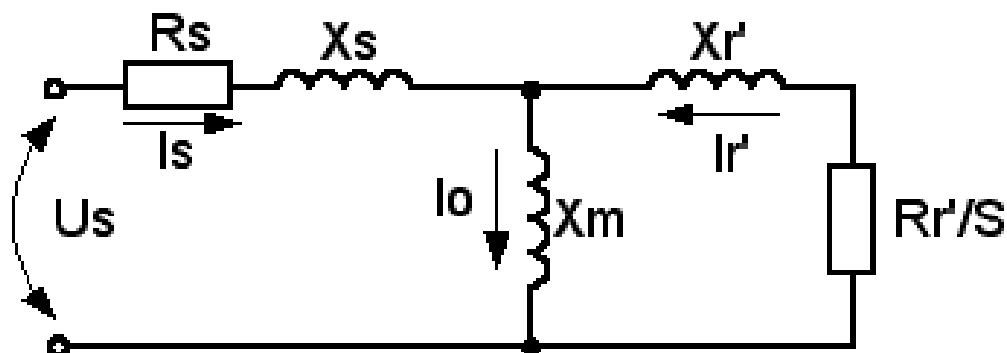
Қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың және динамикалық модельді өңдеу Т-тәріздес орынбасу сұлбасы мен электр машиналардың жинақталған динамикалық сұлбасы негізінде математикалық сипаттаумен орындалады. Және математикалық сипаттамаларға қажетті есептер төмендегі берілген түсініктемелерге байланысты орындалған.

X_{μ} = негізгі индуктивті кедергі;

R'_1 = статор орамасының активті кедергісі;

R'_2 = статор орамасына келтірілген ротор орамасының активті кедергісі;

X'_2 = статор орамасына келтірілген ротор орамасының индуктивті кедергісі.



2.1 - сурет – Асинхронды қозғалтқыштың Т-тәріздес орынбасу сұлбасы

2.2 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипатамаларын есептеу және салу

Қозғалтқыш қоректеніп тұрған ток көзі кернеуінің мәні 10-15% төмендеп кеткен кезінде оның жүктемеге беріктілігін тексеру үшін, ток көзі кернеу мәні $U'_1 = 0,85U_{1ном}$ болғандағы сипаттаманы салу керек.

Егер статикалық момент графигі мен қозғалтқыштың $U'_1 = 0,85U_{1ном}$ болғандағы сипаттамасының қиылысу нүктесі қозғалтқыштың жұмыс жасау учаскесінде орналаспаса, онда қуаты жоғары басқа қозғалтқыш тандап алу керек және кейінгі есептеулердің барлығы жаңадан тандап алынған қозғалтқыш үшін жүргізілуі тиіс.

Ток көзі жиілігінің әртүрлі мәндеріне сәйкес келетін жасанды сипатамаларда жоғарыда келтірілген механикалық сипатама теңдігі арқылы есептелініп салынады. Жасанды сипаттамаларды салу үшін ток көзі кернеуі мен жиілігі арасындағы қатынасты білу керек, яғни қозғалтқыштың асқын жүктемеге қабілеттілігін сақтау мақсатында ток жиілігі өзгергенде кернеуді басқару заңдылығын білу керек.

Кернеуді басқару заңдылығы тапсырмаға сәйкес анықталады және төмендегі заңдылықтардың бірі болып табылуы мүмкін.

1) Егер жүктеме моменті $M_{ст} = const$ сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$U_1 = 220$ В, $f_1 = 50$ Гц, $f'_1 = 35$ Гц үшін қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларын жиіліктің төмендегі мәндері үшін есептеп саламыз:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U'_1}{f'_1} = const \quad (2.4)$$

Жоғарыдағы (2.4) формуланы түрлендіру арқылы $f'_1 = 35$ Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{220}{50} = \frac{U'_1}{35} = const,$$
$$U'_1 = \frac{220 \cdot 35}{50} = 154$$

Жиілігі $f'_1 = 35$ Гц механизмнің бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f'_1 = 219,8 \text{ с}^{-1} \quad (2.5)$$

Синхронды айналу жиілігі:

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 219,8}{3,14} = 2100 \text{ айн/с}, \quad (2.6)$$

$$p = \frac{2\pi f}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{219,8} = \frac{314}{219,8} = 1,42\# \quad (2.7)$$

Статордың номиналды фазалық тогы:

$$I_{\text{нфаз}} = \frac{P_2}{3 \cdot U_{\text{нфаз}} \cdot \eta \cdot \cos\phi} = \frac{75000}{3 \cdot 220 \cdot 0,915 \cdot 0,89} = 139,5 \text{ А} \quad (2.8)$$

Фазалық кедергіні анықтайық:

$$z_H = \frac{U_{\text{нфаз}}}{I_{\text{нфаз}}} = \frac{220}{139,5} = 1,57 \text{ Ом} \quad (2.9)$$

Электр қозғалтқышының бірлік түріндегі параметрлері:

$$r_1 = R_1' \cdot z_H = 0,012 \cdot 1,57 = 0,018 \text{ Ом}, \quad (2.10)$$

$$x_0 = X_0 \cdot z_H = 3,7 \cdot 1,57 = 5,8 \text{ Ом}, \quad (2.11)$$

$$x_1 = X_1' \cdot z_H = 0,021 \cdot 1,57 = 0,032 \text{ Ом}, \quad (2.12)$$

$$x_2' = X_2'' \cdot z_H = 0,046 \cdot 1,57 = 0,072 \text{ Ом}, \quad (2.13)$$

$$r_2' = R_2'' \cdot z_H = 0,013 \cdot 1,57 = 0,02 \text{ Ом} \quad (2.14)$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күші:

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} \quad (2.15)$$

Механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті қозғалтқыштың іске қосу кезіндегі иін күшін есептеу (2.15) формулаға сәйкес шығарамыз :

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 321,89 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1042,94 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 603,77 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1362,46 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,3}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,3} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1249,6 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1091,55 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 835,3 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 665,36 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 549,87 \text{ Нм}$$

Статор өрісінің синхронды айналу бұрыштық жылдамдығы:

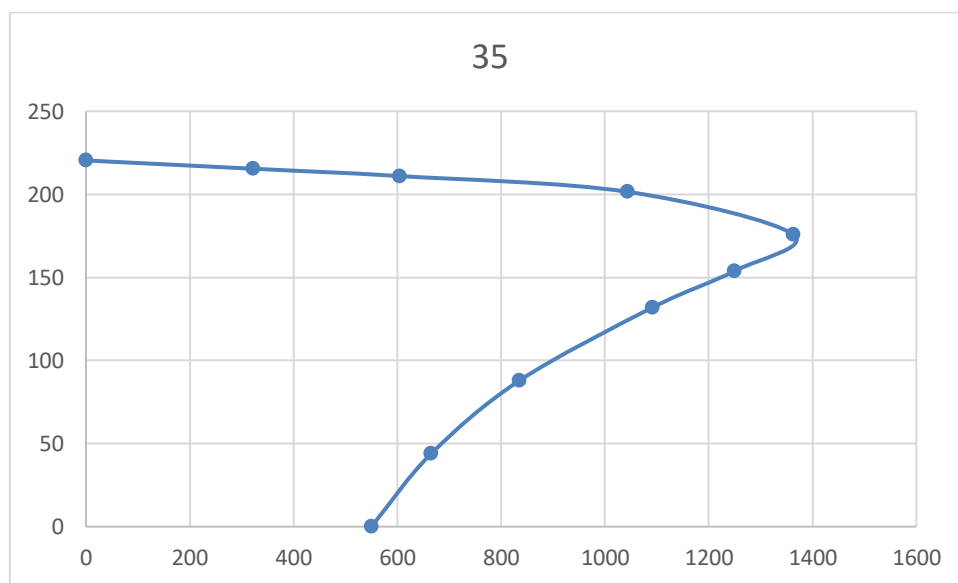
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 219,8 \text{ с}^{-1} \quad (2.16)$$

Жиілік түріне сәйкес келетін ротордың айналу бұрыштық жалдамдығын осы формула бойынша шығарамыз:

$$\omega = \omega_1(1 - s_H) \quad (2.17)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін (2.18) формулаға сәйкестендіріп шығарамыз:

- 1) $\omega = 219,8(1 - 0,02) = 215,4 \text{ c}^{-1}$,
- 2) $\omega = 219,8(1 - 0,04) = 211,008 \text{ c}^{-1}$,
- 3) $\omega = 219,8(1 - 0,083) = 201,55 \text{ c}^{-1}$,
- 4) $\omega = 219,8(1 - 0,2) = 175,84 \text{ c}^{-1}$,
- 5) $\omega = 219,8(1 - 0,3) = 153,86 \text{ c}^{-1}$,
- 6) $\omega = 219,8(1 - 0,4) = 131,88 \text{ c}^{-1}$,
- 7) $\omega = 219,8(1 - 0,6) = 87,92 \text{ c}^{-1}$,
- 8) $\omega = 219,8(1 - 0,8) = 43,96 \text{ c}^{-1}$,
- 9) $\omega = 219,8(1 - 1) = 0 \text{ c}^{-1}$



2.2 - сурет – Жиілігі 35 Гц болатын қозғалтқыштың механикалық сипаты

Қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларын жиіліктің төмендегі мәндері үшін есептеп саламыз: $U_1 = 220 \text{ В}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$, $f_1' = 75 \text{ Гц}$.

Егер жүктеме моменті $M_{CT} = \text{const}$ сипатта болса, онда кернеуді басқару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_1'}{f_1'} = \text{const} \quad (2.19)$$

Жоғарыдағы (2.15) формуланы түрлендіру арқылы $f'_1=75$ Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{220}{50} = \frac{U'_1}{75} = \text{const},$$

$$U'_1 = \frac{220 \cdot 75}{50} = 330 \text{ В}$$

$f'_1 = 75$ Гц кезіндегі механизмнің бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f'_1 = 471 \text{ с}^{-1} \quad (2.20)$$

Синхронды айналу жиілігі:

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 471}{3,14} = 4500 \text{ айн/с}, \quad (2.21)$$

$$p = \frac{2\pi f}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{471} = \frac{314}{471} = 0,66 \quad (2.22)$$

Статордың номиналды тогы:

$$I_{\text{нфаз}} = \frac{P_2}{3 \cdot U_{\text{нфаз}} \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{75000}{3 \cdot 220 \cdot 0,915 \cdot 0,89} = 139,5 \text{ А} \quad (2.23)$$

Фазалық кедергіні анықтайық:

$$z_H = \frac{U_{\text{нфаз}}}{I_{\text{нфаз}}} = \frac{220}{139,5} = 1,57 \text{ Ом} \quad (2.24)$$

Электр қозғалтқышының бірлік түріндегі параметрлері:

$$r_1 = R'_1 \cdot z_H = 0,012 \cdot 1,57 = 0,018 \text{ Ом}, \quad (2.25)$$

$$x_0 = X_0 \cdot z_H = 3,7 \cdot 1,57 = 5,8 \text{ Ом}, \quad (2.26)$$

$$x_1 = X'_1 \cdot z_H = 0,021 \cdot 1,57 = 0,032 \text{ Ом}, \quad (2.27)$$

$$x_2 = X''_2 \cdot z_H = 0,046 \cdot 1,57 = 0,072 \text{ Ом}, \quad (2.28)$$

$$r_2 = R''_2 \cdot z_H = 0,013 \cdot 1,57 = 0,02 \text{ Ом} \quad (2.29)$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күші:

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} \quad (2.30)$$

Механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті қозғалтқыштың іске қосу кезіндегі иін күшін есептеу (2.30) формулаға сәйкес шығарамыз:

$$M_{\text{НОМ}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 320,6 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1038,74 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 601,342 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1356,98 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,3}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,3} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1244,47 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1087,16 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 831,94 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 662,68 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 547,66 \text{ Нм}$$

Статор өрісінің синхронды айналу бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1 = 471 \text{ рад/с} \quad (2.31)$$

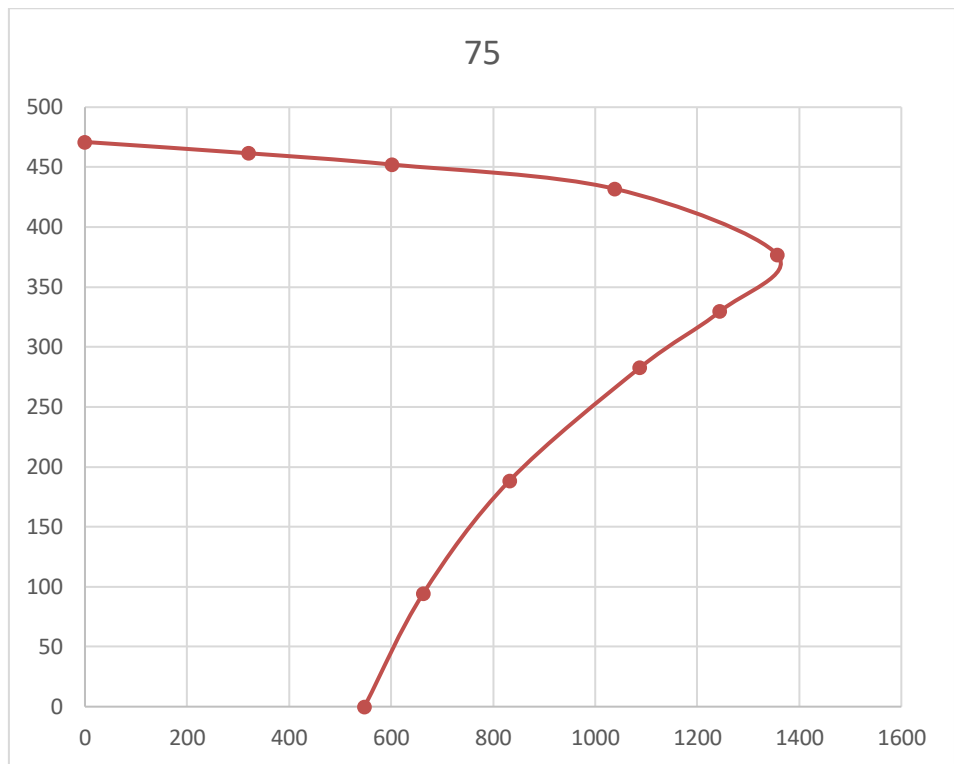
Жиілік түріне сәйкес келетін ротордың айналу бұрыштық жылдамдығын осы формула бойынша шығарамыз:

$$\omega = \omega_1 (1 - s_n) \quad (2.32)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін (2.32) формулаға сәйкестендіріп шығарамыз:

- 1) $\omega = 471(1 - 0.02) = 461,58 \text{ с}^{-1}$,
- 2) $\omega = 471(1 - 0.04) = 452,16 \text{ с}^{-1}$,
- 3) $\omega = 471(1 - 0.083) = 431,9 \text{ с}^{-1}$,
- 4) $\omega = 471(1 - 0,2) = 376,8 \text{ с}^{-1}$,
- 5) $\omega = 471(1 - 0,3) = 329,7 \text{ с}^{-1}$,
- 6) $\omega = 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ с}^{-1}$,
- 7) $\omega = 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ с}^{-1}$,
- 8) $\omega = 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ с}^{-1}$,
- 9) $\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}$

Бұл есептерді біз 75 Гц жиілік кезіндегі қозғалтқыш бойынша шығардық. Осы берілген есептер бойынша 75 Гц жиілік кезіндегі қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы келесі суретте көрсетілген. Бұл жердегі жүктеме моменті $M_{ст} = \text{const}$ сипатта болып келеді.

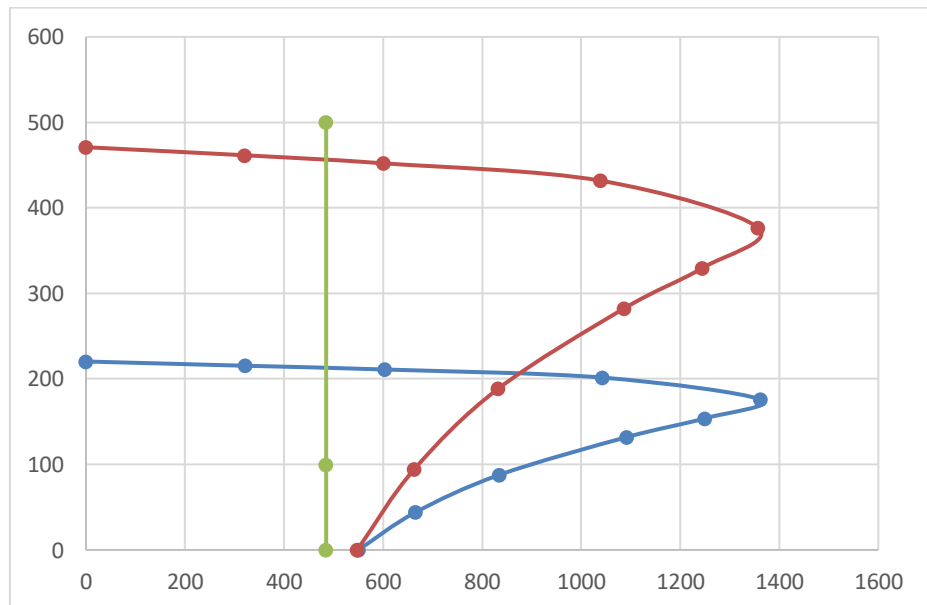


2.3 - сурет – Жиілігі 75 Гц кезіндегі қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

$\omega = f(M_{ст})$ сипатын тұрғызу үшін қажетті есептеулер:

$$M_{cm} = k\omega^q, \quad (2.33)$$

$$M_{cm} = 0.5 * 98^{1,5} = 485 \text{ Нм}$$



2.4 - сурет – Асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін қоректендіруші токтың жиілігін өзгерту арқылы алынған реттеу сипаттамасы. $\omega = M_{ст}$

2) Егер жүктеме моменті $M_{CT}=\omega^2$, яғни желдеткіш тәрізді сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U'_1}{f_1'^2} = \text{const} \quad (2.34)$$

Қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларын жиіліктің төмендегі мәндері үшін есептеп саламыз: $U_1=220$ В, $f_1=50$ Гц, $f_1'=35$ Гц.

Жоғарыдағы (2.34) формуланы түрлендіру арқылы $f_1' = 35$ Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{220}{50^2} = \frac{U'_1}{35^2} = \text{const},$$

$$U'_1 = \frac{220 \cdot 35^2}{50^2} = 107,8 \text{ В}$$

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы $f_1'=35$ Гц

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 219,8 \text{ с}^{-1} \quad (2.35)$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күші:

$$M_1 = \frac{\rho \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} \quad (2.36)$$

Жиілігі 35 Гц кезіндегі механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті есептеулер (2.36) формулаға сәйкес шығарамыз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{\rho \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 157,73 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{\rho \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 511,04 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 295,84 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 667,6 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,3}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,3} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 612,25 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 534,86 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 409,29 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 326,02 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 269,43 \text{ Нм}$$

Бұрыштық жылдамдық:

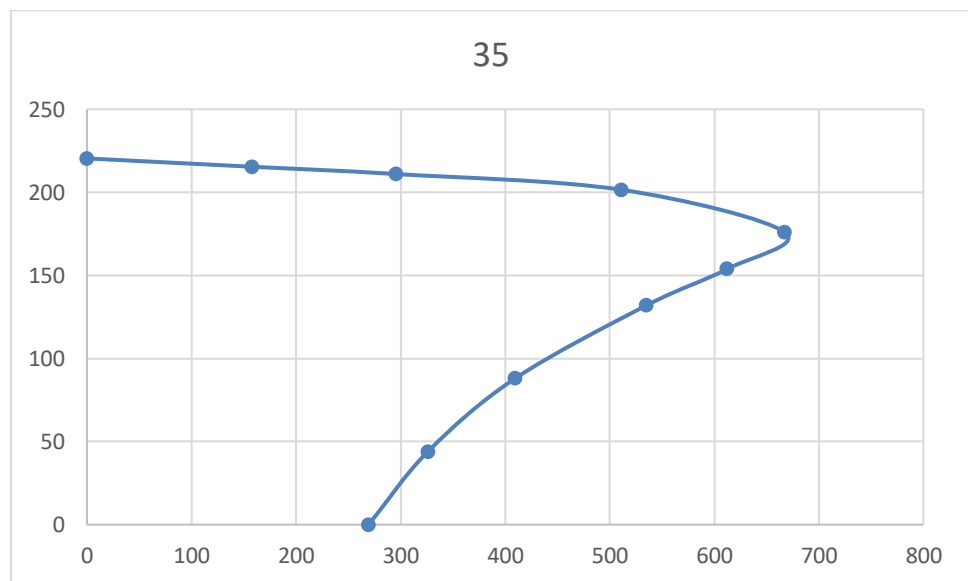
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 219,8 \text{ с}^{-1} \quad (2.37)$$

Жілік түріне сәйкес келетін ротордың айналу бұрыштық жалдамдығын осы формула бойынша шығарамыз:

$$\omega = \omega_1 (1 - s_H) \quad (2.38)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін (2.38) формулаға сәйкестендіріп шығарамыз:

- 1) $\omega = 219,8(1-0,02) = 215,4 \text{ c}^{-1}$,
- 2) $\omega = 219,8(1-0,04) = 211,008 \text{ c}^{-1}$,
- 3) $\omega = 219,8(1-0,083) = 201,55 \text{ c}^{-1}$,
- 4) $\omega = 219,8(1-0,2) = 175,84 \text{ c}^{-1}$,
- 5) $\omega = 219,8(1-0,3) = 153,86 \text{ c}^{-1}$,
- 6) $\omega = 219,8(1-0,4) = 131,88 \text{ c}^{-1}$,
- 7) $\omega = 219,8(1-0,6) = 87,92 \text{ c}^{-1}$,
- 8) $\omega = 219,8(1-0,8) = 43,96 \text{ c}^{-1}$,
- 9) $\omega = 219,8(1-1) = 0 \text{ c}^{-1}$



2.5 - сурет – Жиілігі 35 Гц болатын қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

Егер жүктеме моменті $M_{ст} = \omega^2$, яғни желдеткіш тәрізді сипатта болса, онда кернеуді басқару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U'_1}{f_1'^2} = \text{const} \quad (2.39)$$

Жалпы заңдылықтарға сүйеніп жүргізілетін есептеулердің барлығы осы мәндер бойынша жүреді: $U_1 = 220 \text{ В}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$, $f_1' = 75 \text{ Гц}$.

Жоғарыдағы (2.39) формуланы түрлендіру арқылы $f_1' = 75 \text{ Гц}$ жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{220}{50^2} = \frac{U_1'}{75^2} = \text{const},$$

$$U_1' = \frac{220 \cdot 75^2}{50^2} = 495 \text{ В}$$

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы $f_1' = 75$ Гц кезіндегі:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 471 \text{ с}^{-1} \quad (2.40)$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күші:

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} \quad (2.41)$$

Жиілігі 75 Гц кезіндегі механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті есептеулер (2.41) формулаға сәйкес шығарамыз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 721,35 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 2337,17 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1353,01 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 3053,2 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,3}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,3} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 2800,06 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 2446,12 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1871,87 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1491,04 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1232,24 \text{ Нм}$$

Бұрыштық жиілік:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 471 \text{ с}^{-1} \quad (2.42)$$

Жиілік түріне сәйкес келетін ротордың айналу бұрыштық жалдамдығын осы формула бойынша шығарамыз:

$$\omega = \omega_1 (1 - s_H) \quad (2.43)$$

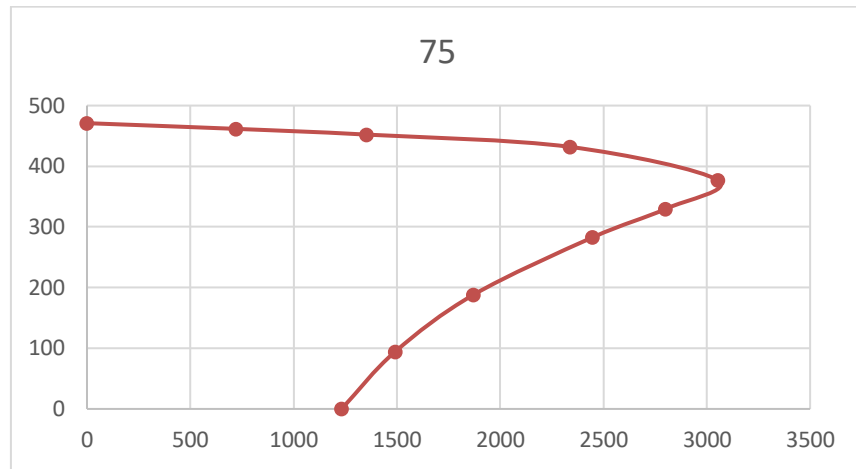
Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін (2.43) формулаға сәйкестендіріп шығарамыз:

- 1) $\omega = 471(1 - 0,02) = 461,58 \text{ с}^{-1}$,
- 2) $\omega = 471(1 - 0,04) = 452,16 \text{ с}^{-1}$,
- 3) $\omega = 471(1 - 0,083) = 431,9 \text{ с}^{-1}$,
- 4) $\omega = 471(1 - 0,2) = 376,8 \text{ с}^{-1}$,
- 5) $\omega = 471(1 - 0,3) = 329,7 \text{ с}^{-1}$,
- 6) $\omega = 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ с}^{-1}$,

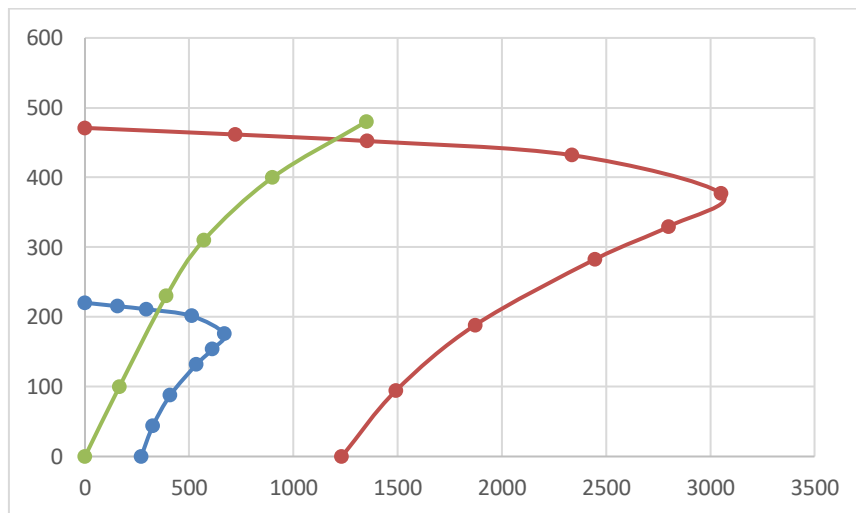
$$7) \omega = 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ с}^{-1},$$

$$8) \omega = 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ с}^{-1},$$

$$9) \omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}$$



2.6 - сурет – Жиілікті 75 Гц-ке өзгерткен кездегі жасанды механикалық сипаттама



2.7 - сурет – Асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін қоректендіруші токтың жиілігін өзгерту арқылы алынған реттеу сипаттамалары. $M_{CT} = \text{const}$

3) Егер жүктеме моменті $M_{CT} = \frac{P_{\text{мех}}}{\omega}$ сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \frac{U'_1}{\sqrt{f'_1}} = \text{const} \quad (2.44)$$

Жалпы заңдылықтарға сүйеніп жүргізілетін есептеулердің барлығы осы мәндер бойынша жүреді: $U_1 = 220 \text{ В}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$, $f'_1 = 35 \text{ Гц}$.

Жоғарыдағы (2.44) формуланы түрлендіру арқылы $f_1' = 35$ Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{220}{\sqrt{50}} = \frac{U_1'}{\sqrt{35}} = \text{const},$$

$$U_1' = \frac{220 \cdot \sqrt{35}}{\sqrt{50}} = 184,06 \text{ В}$$

$f_1' = 35$ Гц механизмнің бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 219,8 \text{ с}^{-1} \quad (2.45)$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күші:

$$M = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} \quad (2.46)$$

Жиілігі 35 Гц кезіндегі механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті есептеулер (2.46) формулаға сәйкес шығарамыз:

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1489,83 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 862,48 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1946,26 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,3}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,3} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1784,9 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1559,28 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1193,22 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 950,46 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 785,49 \text{ Нм}$$

Бұрыштық жиілік:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 219,8 \text{ с}^{-1} \quad (2.47)$$

Жиілік түріне сәйкес келетін ротордың айналу бұрыштық жалдамдығын осы формула бойынша шығарамыз:

$$\omega = \omega_1 (1 - s_H) \quad (2.48)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін (2.48) формулаға сәйкестендіріп шығарамыз:

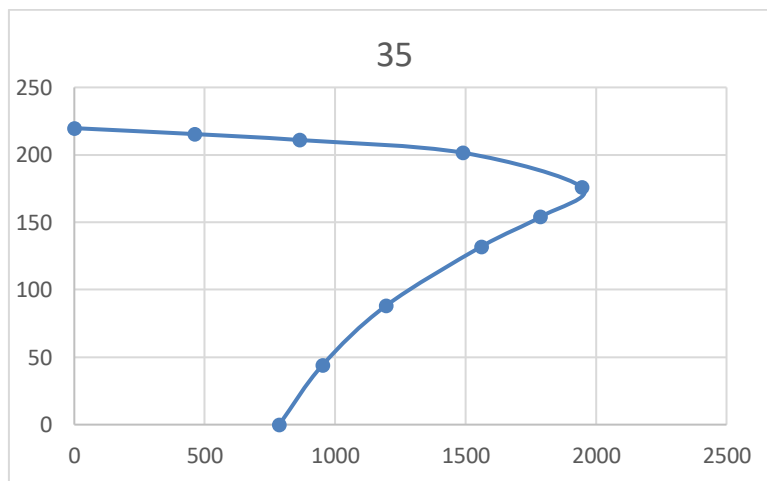
- 1) $\omega = 219,8(1 - 0,02) = 215,4 \text{ с}^{-1}$,
- 2) $\omega = 219,8(1 - 0,04) = 211,008 \text{ с}^{-1}$,
- 3) $\omega = 219,8(1 - 0,083) = 201,55 \text{ с}^{-1}$,
- 4) $\omega = 219,8(1 - 0,2) = 175,84 \text{ с}^{-1}$,
- 5) $\omega = 219,8(1 - 0,3) = 153,86 \text{ с}^{-1}$,

$$6) \omega = 219,8(1-0,4) = 131,88 \text{ с}^{-1},$$

$$7) \omega = 219,8(1-0,6) = 87,92 \text{ с}^{-1},$$

$$8) \omega = 219,8(1-0,8) = 43,96 \text{ с}^{-1},$$

$$9) \omega = 219,8(1-1) = 0 \text{ с}^{-1}$$



2.8 - сурет – Жиілігін 35 Гц-ке өзгеркен кездегі жасанды механикалық сипаттама

Жалпы заңдылықтарға сүйеніп жүргізілетін есептеулердің барлығы осы мәндер бойынша жүреді: $U_1 = 220 \text{ В}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$, $f'_1 = 75 \text{ Гц}$.

Егер жүктеме моменті $M_{\text{CT}} = \frac{P_{\text{мех}}}{\omega}$ сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \frac{U'_1}{\sqrt{f'_1}} = \text{const} \quad (2.49)$$

Жоғарыдағы (2.49) формуланы түрлендіру арқылы $f'_1 = 75 \text{ Гц}$ жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{220}{\sqrt{50}} = \frac{U'_1}{\sqrt{75}} = \text{const},$$

$$U'_1 = \frac{220 * \sqrt{75}}{\sqrt{50}} = 269,44 \text{ В}$$

Тексеріс нәтижесінде шарт дұрыс орындалды. Енді жасанды механикалық сипаттаманы салу үшін есептеу жұмыстарын жүргіземіз.

$f'_1 = 75 \text{ Гц}$ механизмнің бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega = 2 * \pi * f'_1 = 471 \text{ с}^{-1} \quad (2.50)$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күші:

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} \quad (2.51)$$

Жилігі 75 Гц кезіндегі механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті есептеулер (2.51) формулаға сәйкес шығарамыз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 213,72 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 692,47 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,04}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,04} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 400,88 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 904,62 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,3}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,3} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 829,62 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 724,75 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 554,61 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 441,77 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 365,09 \text{ Нм}$$

Бұрыштық жиілік:

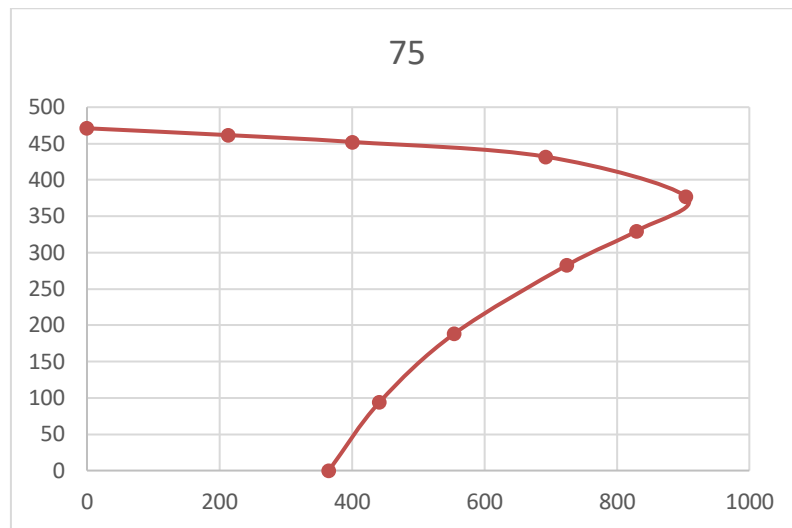
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_1' = 471 \text{ с}^{-1} \quad (2.52)$$

Жиілік түріне сәйкес келетін ротордың айналу бұрыштық жалдамдығын осы формула бойынша шығарамыз:

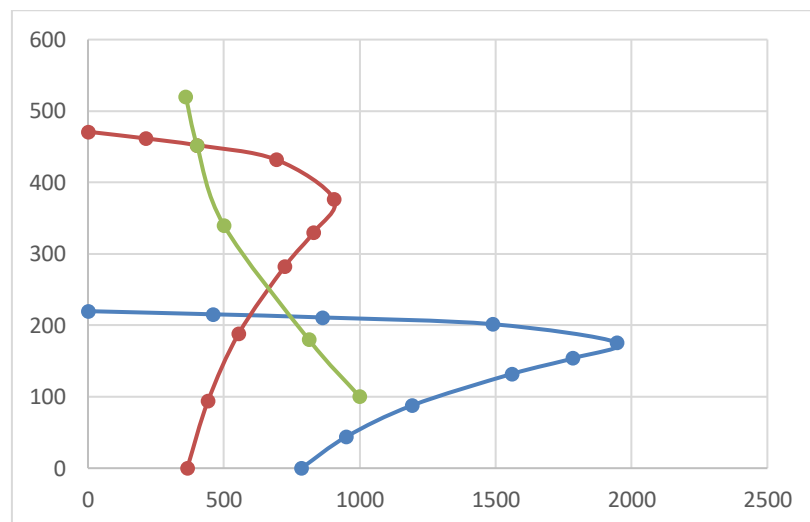
$$\omega = \omega_1 (1 - s_H) \quad (2.53)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін (2.53) формулаға сәйкестендіріп шығарамыз:

- 1) $\omega = 471(1 - 0,02) = 461,58 \text{ с}^{-1}$,
- 2) $\omega = 471(1 - 0,04) = 452,16 \text{ с}^{-1}$,
- 3) $\omega = 471(1 - 0,083) = 431,9 \text{ с}^{-1}$,
- 4) $\omega = 471(1 - 0,2) = 376,8 \text{ с}^{-1}$,
- 5) $\omega = 471(1 - 0,3) = 329,7 \text{ с}^{-1}$,
- 6) $\omega = 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ с}^{-1}$,
- 7) $\omega = 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ с}^{-1}$,
- 8) $\omega = 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ с}^{-1}$,
- 9) $\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}$



2.9 - сурет – Жиілікті 75 Гц-ке өзгерткендегі жасанды механикалық сипаттама



2.10 - сурет – Асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін қоректендіруші токтың жиілігін өзгерту арқылы алынған реттеу сипаттамалары. $M_{ст} = P_{мех} / \omega$

2.3 Электр жетегін таңдау және басқару жүйесінің параметрлерін есептеу

Компрессорлық қондырғы үшін жылдамдықты кең диапазонды реттеуге мүмкіндік беретін мынадай электр жетектерін қолдануға болады:

- 1) тиристорлық кернеулік түрлендіргіш - қозғалтқыш жүйесі (ТТ-Қ жүйесі);
- 2) тиристорлық жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесі (ТЖТ-АҚ жүйесі);

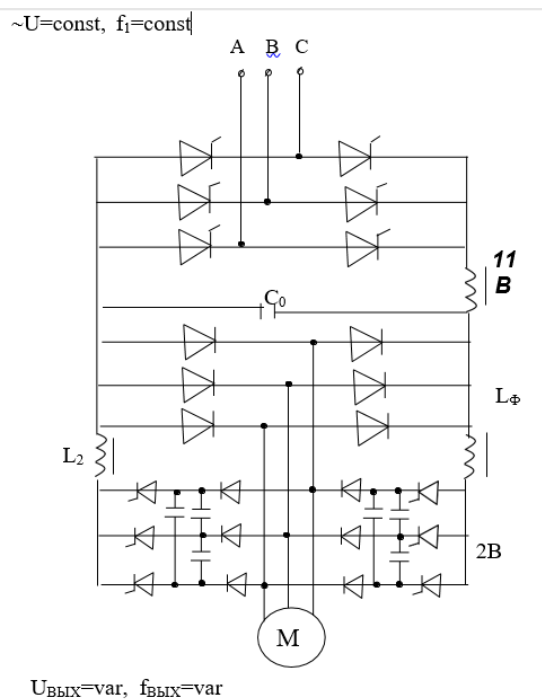
Осы жұмыста аталған компрессорлық электр жетектері жүйелерінің

энергетикалық және экономикалық көрсеткіштерінің салыстырмалы талдауы жасалған, технологиялық циклдың механикалық жұмыс бірлігін атқару кезінде электр қуатын азырақ пайдалынатын электр жетектің жүйесі ең эффективті болып саналады.

Электр жетегі жүйесін тиімді қолдану шекараларын анықтау кезінде салыстырылатын жүйелердің тек энергетикалық көрсеткіштерін ғана емес, сонымен бірге келтірілген жылдық шығындарын да бағалау керек.

Компрессорлық қондырғы үшін тиімді электр жетегі ретінде ТЖТ-АҚ жүйесін қабылдауға болады. 2.11 – суретте ТЖТ-Қ жүйесінде орындалған айнымалы ток кезіндегі электр жетектің сұлбасы келтірілген.

Басқа электр жетек жүйелерімен салыстырғанда, ТЖТ-АҚ жүйесі дистанциялық телемеханикалық басқаруды жүзеге асыру үшін жақсырақ бейімделгенін ескеру қажет.



2.11 - сурет – Тиристорлы жиілікті түрлендіргіш жүйесінің сұлбасы.

2.11 – Суретте тиристорлы жиіліктік түрлендіргіш – қозғалтқыш (ТЖТ-Қ) жүйесінде орындалған айнымалы ток кезіндегі электр жетектің сұлбасы. ТЖТ тұрақты ток буыны және шығысында автономдық кернеулік инверторы бар сұлба бойынша орындалған.

Сұлбадағы көрсетілген элементтер:

1В – асинхронды қозғалтқыш статорының орамасына берілетін шығыстық кернеуді реттеуге арналған, басқарылатын түзеткіш;

2В – кері көпір (реактивті тоқтың көпірі). I және U белгілері сәйкес келмеген кезде, реактивті тоқты сол уақыт моментіне жібереді. C₀ сыйымдылығы және 2В көпірі реактивті қуатты айналдыруға арналған.

L_{Φ} – тоқ жүктемесінің сүзгісі;

L_1, L_2 – С сыйымдылықты разрядтық коммутациялық тоқты шектеуге арналған индуктивтілік;

АИ – шықпалық жиілікті кернеуді реттеуге арналған автономды инвертор. Ол 6 тиристор, 6 кесілген диод пен 6 коммутациялық сыйымдылықтан тұрады.

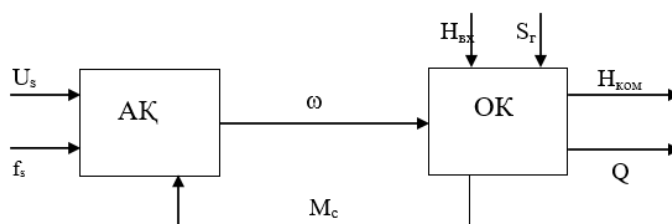
Жиілікті түрлендіргіштер қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты сорғыштар, желдеткіштер, компрессорларды жабдықтау үшін арналған.

Жиілікті түрлендіргіштің тұрақты тоқ буынының құрамына басқарушы түзеткіш, фильтр және автономды кернеу инверторы кіреді.

Транзисторлы түрлендіргіштер шектеулі басқарушысы бар сызықты емес дискретті динамикалық нысанды көрсетеді, бірақта ЖТ өзгешелігі, сызықты емес нысан ретінде жұмыс жүйесінде әсер етпейді.

2.4 Компрессорлық қондырғының құрылымдық сұлбаны зерттеу

Негізгі жағдайда басқарушы нысан (компрессорлық қондырғы) келесі функционалдық сұлба бойынша өрнектеледі (Сурет 2.12).



2.12 - сурет – Компрессорлық қондырғының функционалдық сұлбасы

Суреттегі белгілер:

АК – асинхронды қозғалтқыш;

ОК – ортаға тепкіш компрессорлар;

U_s – статор кернеуі, В;

f_s – статор кернеуінің жиілігі, Гц;

ω – компрессордың жұмыс дөңгелегі мен ротордың механикалық бұрыштық айналу жылдамдығы, рад/с;

M_c – валдағы қозғалтқыштың статикалық жүктеме моменті, Н·м;

$H_{ком}$ – компрессордың шығысындағы қысым, м;

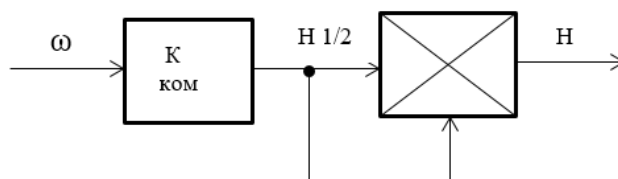
Q – компрессордың өнімділігі, м³/с;

S_r – желінің гидравликалық кедергісі, с²/м⁵.

Ортаға тепкіш компрессорлардың, біліктік сорғыштардың, желдеткіштердің және басқада желдеткіш механизмдерінің түрін желдеткіштік

жүктеме деп атайды. Осындай механизмдердегі статикалық момент екінші дәрежелі жұмыс дөңгелегінің айналу жылдамдығына байланысты. Валдағы қозғалтқыштың кедергі моментінің айналу жылдамдығына тәуелділігін тұжырымдау үшін, компрессордың сипаттамасының және құбырдың сипаттамасының математикалық өрнегі болуы керек.

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының қатаңдығы айтарлықтай үлкен болғандықтан, қысымды басқарудағы құрылымдық сұлбасын номиналдық нүкте жанынан сызықтандырып және жеңілдетуге болады. Сонда компрессордың моделі 2.13 суретте көрсетілгендей көрініс алады.



2.13 - сурет – Компрессордың моделі

2.5 Электр жетектің компьютерлік моделін таңдау және ондағы процестерді модельдеу

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

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

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

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

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

Зерттелетін үлгіге мынадай элементтер кіреді:

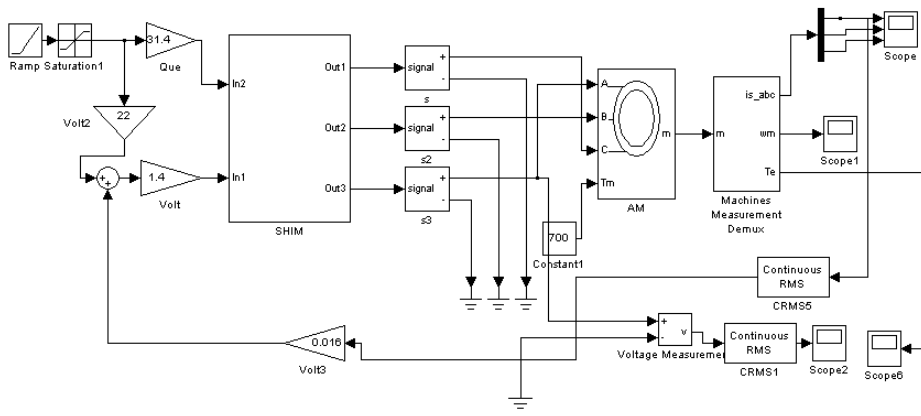
- Asynchronous Machine SI Unit - АМУ 160 М6 Т2 қозғалтқышына сәйкес келетін асинхронды қозғалтқыш параметрлерінің дайын үлгісі;

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

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

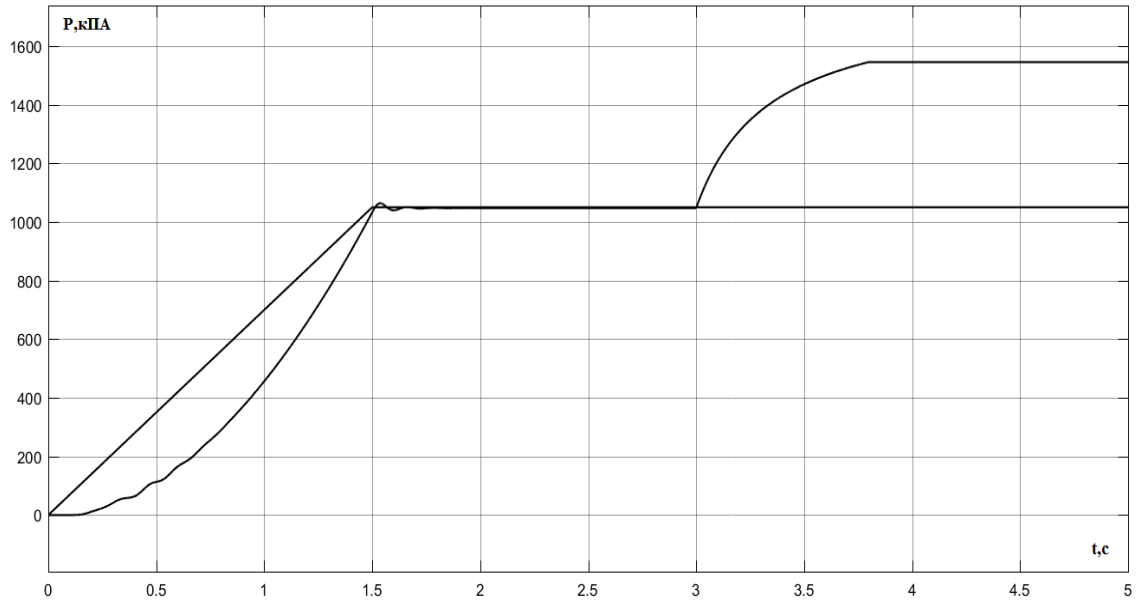
– Score түрінің 4 элементі – валдағы момент пен қозғалтқыштың айналу роторындағы жиілік уақытын өзгертуге, қысым мен уақыттың тәуелділігін көруге, сонымен қатар желідегі тоқ пен кернеудің графигін көруге арналған осциллографтың үлгісі.

– Gain бұл бізде күшейту элементтері, коэффициенті болып табылады.

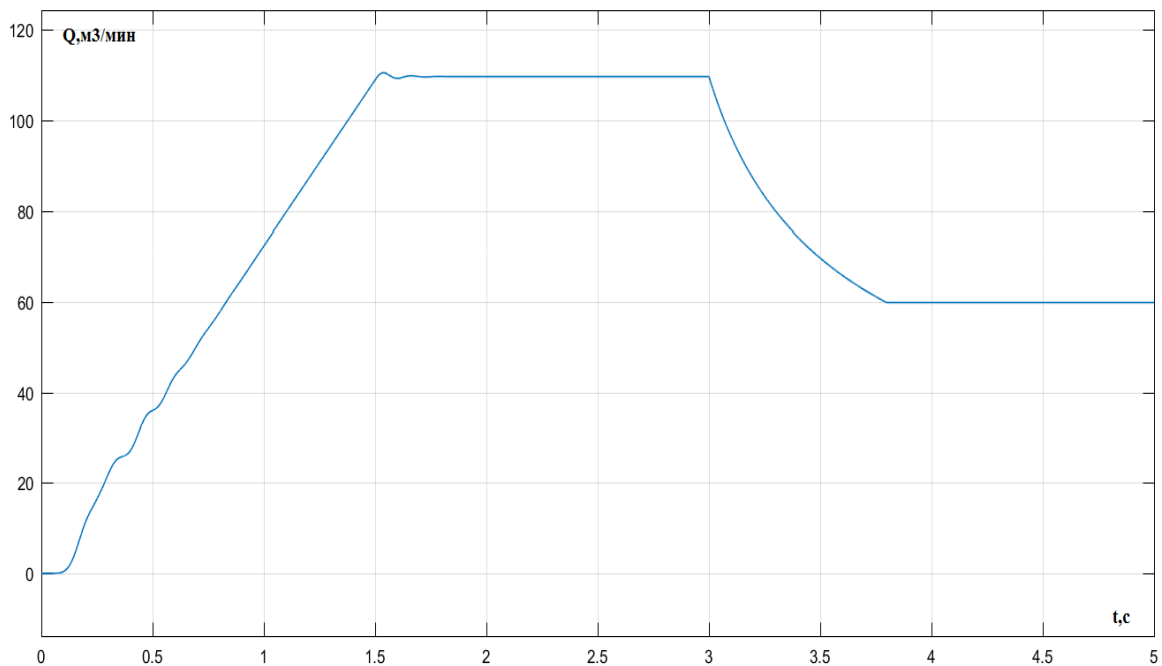


2.14 - сурет – Ашық кері байланыс электр жетегінің құрылымдық схемасы

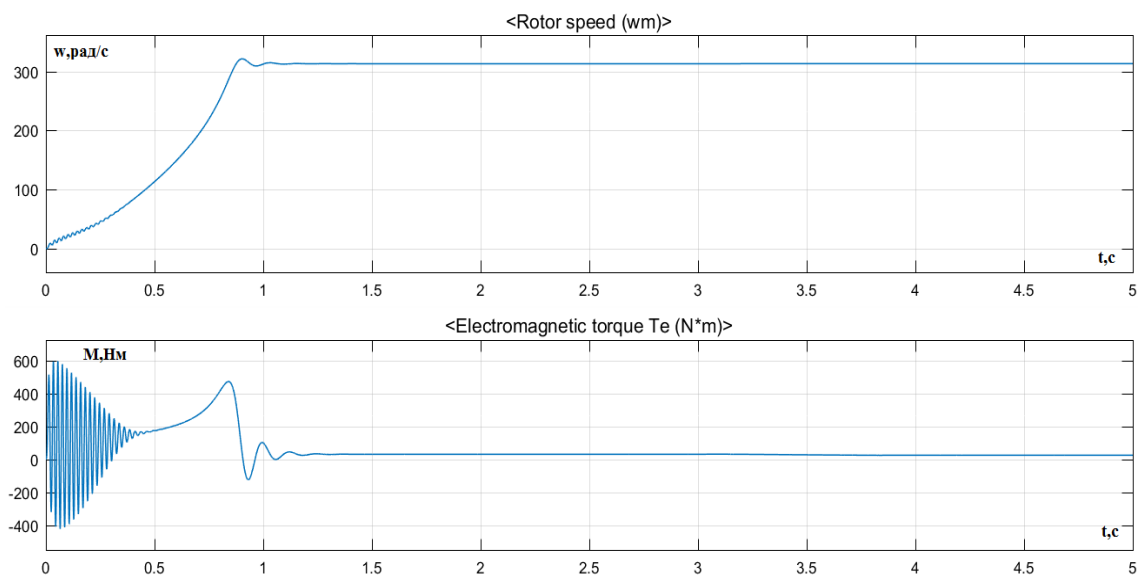
Бұл бізде ашық кері байланыс электр жетегінің құрылымдық схемасы көрсетілген. Ал төменде осы сұлбадан шыққан қысым мен уақыттың жылдамдық пен моменттің бір-біріне тәуелділік графигері көрсетілген.



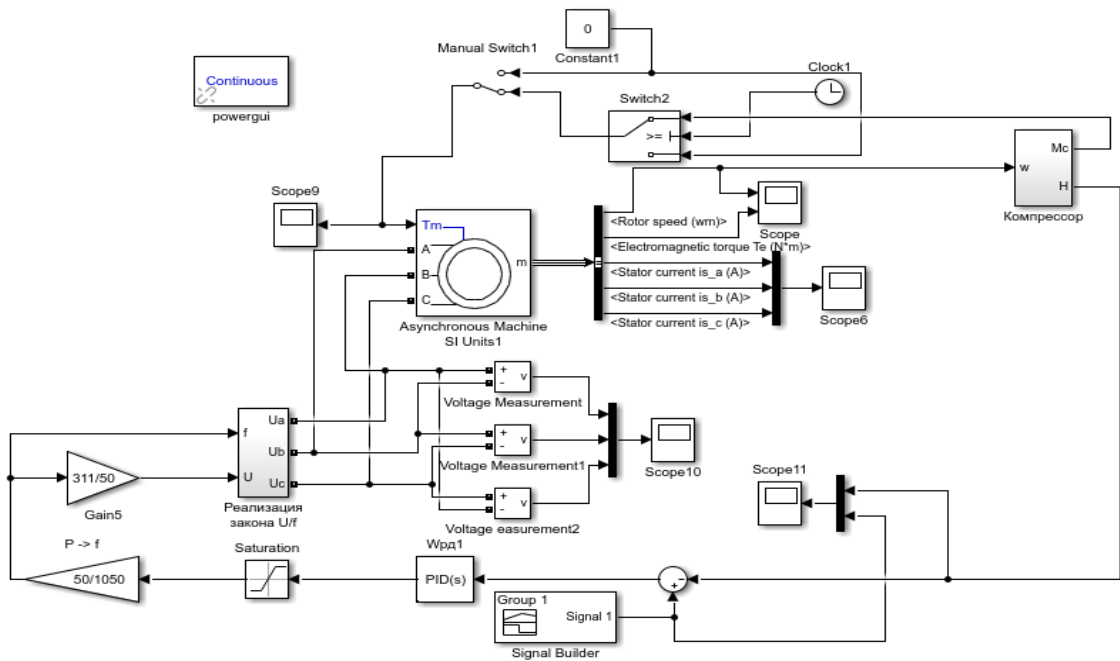
2.15 - сурет – Қысымның тәуелділік графигі



2.16 - сурет – Уақыттың тәуелділік графигі

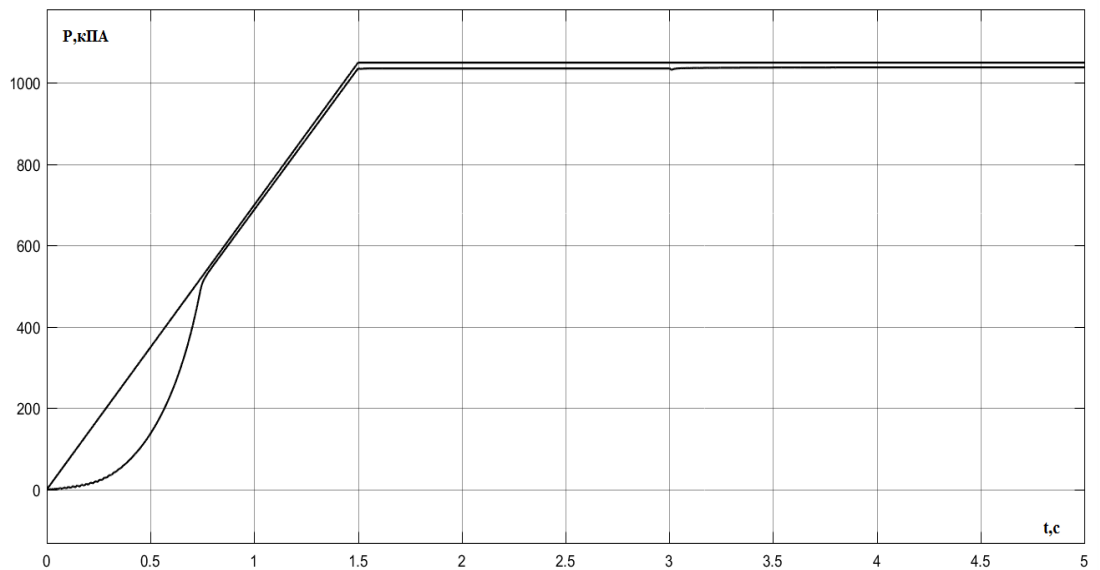


2.17 - сурет – Жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелділігі

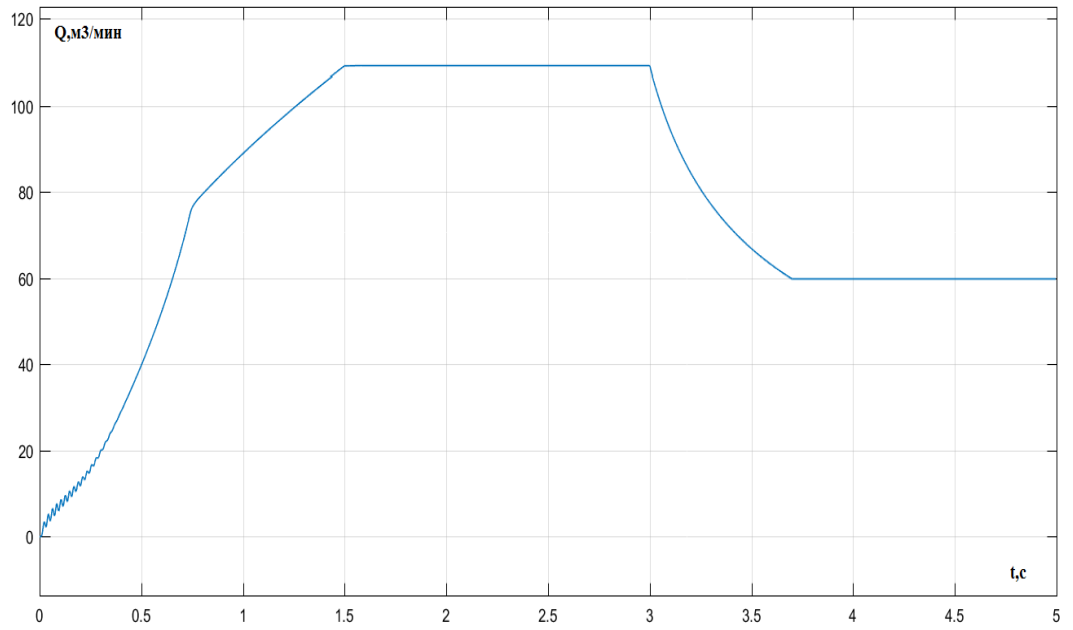


2.18 - сурет – Жабық кері байланысы бар құрылымдық схема

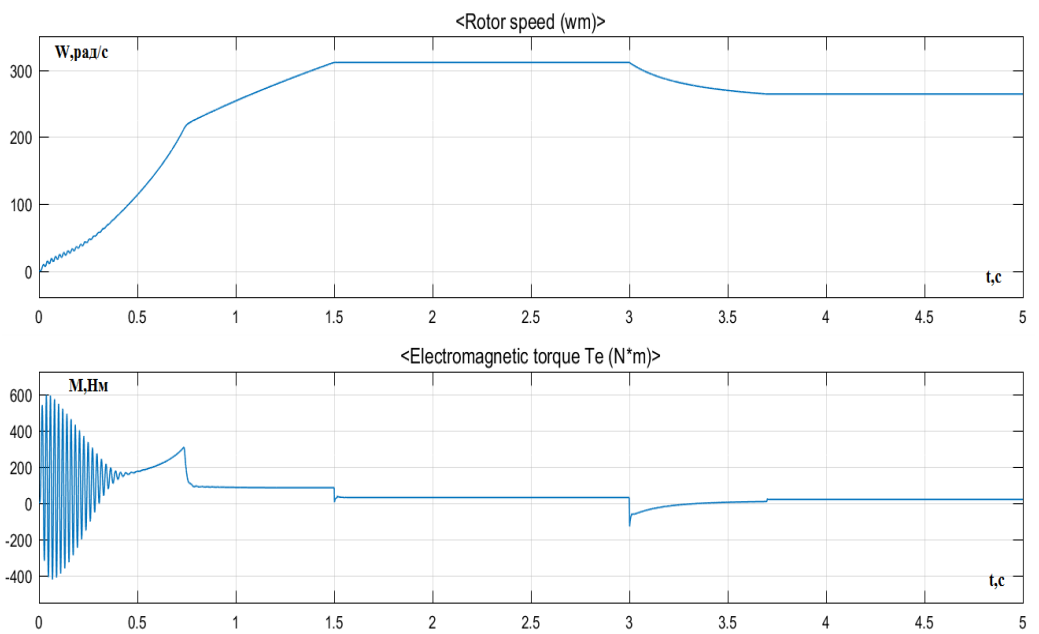
Бұл бізде жабық кері байланыс электр жетегінің құрылымдық схемасы көрсетілген. Ал төменде осы сұлбадан шыққан қысым мен уақыттың, жылдамдық пен моменттің бір-біріне тәуелділік графиктері көрсетілген.



2.19 - сурет – Қысымның тәуелділік графигі



2.20 - сурет – Уақыттың тәуелділік графигі



2.21 - сурет – Жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелділігі

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі кезде өндірілетін электр энергиясының 80 % электр жетектері бар тұтушылар пайдаланылады. Сондықтан энергия үнемдеу және өнімділік арттыру мәселелерін автоматтандырылған электр жетектерін қолдану арқылы шешуге болады.

Газ өнеркәсібі – Қазақстанның энергетика шаруашылығының ең нәтижелі отын салаларының бірі болып табылады. Өнеркәсіп аудандарындағы отынмен жабдықтау экономикасына және өндірістің дамуына әсерін тигізеді.

Берілген жобада Компрессорлық станцияның және магистральды газ құбырлары жұмыстарының оптималды режимдері жалпы түрде зерттеледі. Жүргізілген жобаның нәтижесінде компрессорлық станцияның, газ құбыры аумағының компремилеуші жабдықтың математикалық модельдері жасалады. Жобалау процесінде компрессорлық станция жұмысының режимдерін оптимизациялаудың логика – комбинаторлық әдісі қолданылған. Бұл тәсіл өте эффективті болып табылады, бірақ сонымен қатар оптимизациялаудың басқа тәсілдеріне қараған қарапайым және ол тізбектей – параллель жалғанған газ тасымалдаушы агрегаттары бар компрессорлық станция үшін сәйкес келеді. Компрессорлық станцияның аналитикалық қасиеттерінің берілісі, оптимизациялау есептерінің критерийлерін, сонымен қатар, ГӨА электржетегі бар компрессорлық станцияның алгоритмі қарастырылады. Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде келесілер есептелген: бағдарламаны құруға, баптау мен енгізуге кеткен шығындар.

Сонымен қатар, жылдық экономикалық эффективтісі және өзін-өзі өтеу уақыты анықталады. Олар автоматты басқару жүйесіндегі компрессорлық станция жұмысының режимдерін оптимизациялау бағдарламасын пайдалану мақсатқа сай екендігін көрсетті. Сонымен қатар, курстық жобада электржетекті газ тасымалдаушы агрегаттары бар магистральды газ құбыры компрессорлық станцияларындағы еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасы бойынша сұрақтар қарастырылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Шеховцев В.И. Расчет и проектирование ОУ электроустановок промышленных механизмов, - Москва, 2010г.
- 2 Копылов И.П. Справочник по электрическим машинам, - Москва, энергоатомиздат, 1998г.
- 3 Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. 2-ое изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.
- 4 Н. С. Сәрсенбаев, Н. Т. Исембергенов – Автоматика элементтері мен құрылғылары: оқулық - Алматы : [б. и.], 2009. - 233 с.
- 5 И. Т. Алдибеков. Энергияның электрмеханикалық түрлендіргіштері: Оқу құралы – Алматы: АЭЖБУ, 2016. – 100 б.
- 6 Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода, Вестник АУЭС. – 2011, №2.
- 7 Березин В.Л., Бобрицкий Н.В. Сооружение насосных и компрессорных станций , Учебник для вузов. —М.: Недра, 1985. — 288 с.
- 8 М.А. Мустафин, Н.К. Алмуратова. Электржетегі. 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығының барлық оқу түрлерінің студенттеріне арналған дәрістер жинағы. – Алматы: АЭЖБУ, 2011. - 58 б.
- 9 И. Т. Алдибеков. Энергияның электрмеханикалық түрлендіргіштері: Оқу құралы – Алматы: АЭЖБУ, 2016. – 100 б.
- 10 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008г.
- 11 Масандилов Л. Б., Москаленко В. В. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Библиотека электромонтера, Вып. 469. - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1978. — 96 с, ил.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жоба үшін
Төрбек Аружан Қуанышқызы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

Тақырыбы: «Газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау»

Орындалды:

- а) Компрессорлық станцияның жұмыс істеуінің жалпы сұлбасы қарастырылды; Matlab бағдарламасы;
- б) түсініктеме жазбасы 56 бет.

Дипломдық жобаның орындау барысында компрессорлық станцияны, компрессорды тереңірек зерттей отырып, ең тиімді компрессор түрін анықтау, компрессор түріне сәйкес келетін қозғалтқыш таңдап, сол арқылы есептеу болып табылады.

Технологиялық бөлімде бірінші бөлімде компрессорлық станция қарастырылған. Сонымен қатар, оның жұмыс істеу принципі және сұлбасы, компрессордың түрлеріне кезек тоқталып, нақты мәліметтер берілген.

Есептік бөлімде компрессордың жалпы типіне сәйкес электр қозғалтқышын таңдап, сол арқылы асинхронды қозғалтқышты тиімді түрін анықтап, компрессордың жалпы функционалды және құрылымдық сұлбаларына тоқталып, таңдалған электр қозғалтқышы және асинхронды қозғалтқыш бойынша есептеулер жүргізген. Сонымен қатар, өтпелі процесстерді зерттеу үшін асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін анықтап, қозғалтқыштың жалпы моделін MatLab ортасында анықтап, зерттеген.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Төрбек Аружан Қуанышқызы алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатындығын көрсетті.

Төрбек Аружан Қуанышқызы 6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

Техника ғылымдарының кандидаты,

Қауымдастырылған профессор

Сарсенбаев Н.С.

« 10 » 06 2023 ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба
(жұмыс түрлерінің атауы)

Төребек Аружан Қуанышқызы
(оқушының аты жөні)

6В07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру»
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: «Газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім _____ 24 бет
б) түсініктеме _____ 32 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жобаның орындау барысында компрессорлық станцияны, компрессорды тереңірек зерттей отырып, ең тиімді компрессор түрін анықтау, компрессор түріне сәйкес келетін қозғалтқыш таңдап, сол арқылы есептеу болып табылады.

Технологиялық бөлімде компрессорлық станция қарастырылған. Сонымен қатар, оның жұмыс істеу принципі және сұлбасы, компрессордың түрлеріне кезек тоқталып, нақты мәліметтер берілген.

Есептік бөлімде компрессордың жалпы типіне сәйкес электр қозғалтқышын таңдап, сол арқылы, асинхронды қозғалтқыштың тиімді түрін анықтап, компрессордың жалпы функционалды және құрылымдық сұлбаларына тоқталып, таңдалған электр қозғалтқышы және асинхронды қозғалтқыш бойынша есептеулер жүргізген. Сонымен қатар, өтпелі процесстерді зерттеу үшін асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін анықтап, қозғалтқыштың жалпы моделін MatLab ортасында анықтап, зерттелген.

ЖҰМЫС ҮШІН ЕСКЕРТПЕЛЕР

Дипломдық жобада кейбір техникалық сөздер дұрыс аударылмаған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жобада барлық мәселелер толық сипатталғанын есепке ала отырып, дипломдық жобаны «90/А/жақсы» деп бағалап, оны орындаушысы Төребек Аружан Қуанышқызы 6В07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

Рецензия
Ф. Даукесев атындағы АЭЖБУ
ЭМТЖ кафедрасының
менгерушісі, ғылым докторы
Шыныбай Ж.С.
« 3 » _____ 2018 ж.

**Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения заявляет, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Төрбек Аружан Куанышкызы

Название: Газ айдау станциясынын жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау.

Координатор: Сарсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 1.2%

Коэффициент подобия 2: 0%

Замена букв: 4

Интервалы: 0

Микропробелы: 0


Белые знаки: 0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем не допускаю работу к защите.


Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 1.2% и Коэффициент подобия 2: 0%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«21» мая 2023 г.
Дата


Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:
Дипломный проект допускается к защите.

«21» мая 2023 г.
Дата


Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Төрбек Аружан Қуанышқызы

Название: Газ айдау станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін жасау.

Координатор: Сарсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 1.2%

Коэффициент подобия 2: 0%

Замена букв: 4

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 1.2% и Коэффициент подобия 2: 0%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» мая 2023 г.

Дата

Подпись Научного руководителя

