

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Тәжітай Дәуір Нұрғалиұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Ленталы конвейердің АЭЖ-ін жаңғырту

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
Д.А. Сағалдықов
НАО «КазНУТУ им.К.И.Сәтбаев» докторы, қауым., профессор
Институт энергетика Е.А. Сарсенбаев
и машиностроения «23» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Ленталы конвейердің АЭЖ-ін жаңғырту»

5B071800-«Электр энергетикасы»

Орындаған

Тәжітай Д.Н.

Пікір беруші

Жетекші

ТОО «NEWGEN

техн. ғыл. магистрі

ELECTRICAL

сениор-лектор

директор Newgen

 Д.О. Бердібеков

Т.К. Кулышев

(қолы)

«23» 05 2022 ж.

«23» 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы,

қауым профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 21 » 02 2022 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Тәжітай Дәуір Нұрғалиұлы

Тақырыбы: Ленталы конвейердің АЭЖ-ін жаңғырту

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «24» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Технологиялық процестің сипаттамасы;

б) Элементтерді таңдау және электр жетегінің қуат арнасының параметрлерін есептеу;

в) Ленталы конвейерлердің электр жетегінің анализі.





Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдары слайдпен көрсетілген.


Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 7 атау.


Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Технологиялық процестің сипаттамасы	13.04.2022	жоқ
Элементтерді таңдау және электр жетегінің қуат арнасының параметрлерін есептеу	03.05.2022	жоқ
Ленталы конвейерлердің электр жетегінің анализі	16.05.2022	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық процестің сипаттамасы	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	19.04.2022	
Элементтерді таңдау және электр жетегінің қуат арнасының параметрлерін есептеу	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	8.05.2022	
Ленталы конвейерлердің электр жетегінің анализі	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	16.05.2022	
Норма бақылаушы	Ә.О. Бердібеков сениор-лектор	23.05.2022	

Ғылыми жетекші  _____ Ә.О. Бердібеков
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  _____ Н.Д. Тәжітай
(қолы)

Күні « 21 » 02 2022

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Технологиялық процестің сипаттамасы	8
1.1	Кәсіпорынның сипаттамасы	8
1.2	Таспалы конвейердің сипаттамасы	9
1.3	Таспалы конвейерлердің жұмыс принципі	9
1.4	Таспалы конвейерлерді конвейерді пайдалану талаптары	6
1.5	Механизмнің кинематикалық схемасы	8
1.6	Қолданыстағы электржетек жүйесіне шолу	9
2	Элементтерді таңдау және электр жетегінің қуат арнасының параметрлерін есептеу	10
2.1	ЖЭО-на көмір жеткізу конвейерінің жиіліктік реттелетін электр жетегін қолдану негіздемесі	10
2.1.1	Конвейердің электр жетегін жаңғыртудың техникалық-экономикалық көрсеткіші	10
2.1.2	Таспалы конвейерге арналған жиілік реттелетін жетекті таңдау	11
2.1.3	Жиіліктік-реттелетін электр жетегін жинақтау кезіндегі қосымша құрылғылар	12
2.1.4	Технологиялық тұрғыдан қол жеткізілген жиіліктік-реттелетін электр жетегін қолданудың артықшылықтары	13
2.2	Жетек қозғалтқышын таңдау	13
2.3	Каталог деректері бойынша асинхронды қозғалтқыштың алмастыру схемасының параметрлерін анықтау	16
2.4	Электр қозғалтқышының табиғи механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу және құру	19
2.5	Электр жетегінің механикалық жүйесі және оның параметрлері	22
2.6	Жиілік түрлендіргішін және басқару әдісін таңдау	23
2.6.1	Конвейердің жетекті электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын жиіліктік реттеу тәсілін таңдау	23
2.6.2	Жиілік түрлендіргішін таңдау	24
2.7	Жүйенің механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу жиілік түрлендіргіші-асинхронды электр қозғалтқышы	24
3	Ленталы конвейердің электр жетегінің анализі	32
3.1	ЖТ-АҚ жүйесіндегі асинхронды электр жетектің құрылымдылық сұлбасы	32
3.2	ЖТ-АҚ есептік мағынасы	34
	Қорытынды	36
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

АНДАТПА

Дипломдық жоба мақсаты Шымкент қаласындағы ЖЭО-дағы ленталы конвейердің электр жетегін жаңғырту болып табылады. Дипломдық жұмысым: кіріспе, басты тақырып, үш бөлім, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттерден тұрады.

Кіріспеде жасалған дипломдық жұмыстың мақсаты мен міндеттері көрсетілген. Дипломдық жобаның негізгі бөлімінде электр жетегінің параметрлеріне есептеулер жүргізілді. Қорытынды бөлімінде дипломдық жобаның электржетекті жаңғырту мақсатында жиілік түрлендіргіш таңдалып есептеулер жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

Целью дипломного проекта является модернизация электропривода ленточного конвейера на ТЭЦ г. Шымкент. Дипломная работа состоит из: введения, главной темы, трех разделов, заключения и использованной литературы.

Во введении изложены цель и задачи выполненной дипломной работы. В основной части дипломного проекта проведены расчеты параметров электропривода. В заключительной части дипломного проекта с целью модернизации электропривода был выбран частотный преобразователь и произведен расчет.

ABSTRACT

The purpose of the diploma project is to modernize the electric drive of the conveyor belt at the Shymkent CHP. The thesis consists of: introduction, main topic, three sections, conclusion and literature used.

The introduction sets out the purpose and objectives of the completed thesis. In the main part of the diploma project, calculations of the parameters of the electric drive were carried out. In the final part of the diploma project, in order to modernize the electric drive, a frequency converter was selected and a calculation was made.

КІРІСПЕ

Ленталы конвейерлер - өндірістің барлық саласында кеңінен қолданылатын құрылғы. Олар құю цехтарында, электр станцияларында, көмір мен кен өндірістерінде жер асты және жер үстінде көмір, кен, кокс тасым қолданылады, агроөнеркәсіпте астық тасымалдау үшін, негізгі транспорт болып есептеледі.

Конвейерлердің кең тарауына олардың өнімділігі жоғары болуы, тасымалдау қашықтығының ұзын (бір конвейердің ұзындығы 3-4 км, ал бірнеше конвейерлердікі 100 км дейін) болуы, сонымен қатар, конструкциясының қарапайымдығы мен жұмыс істеу сенімділігінің жоғары болуы.

Конвейер қондырғыларының жұмыс режимдері олардың ұзақ уақыт бойы үздіксіз жұмыс жасауына байланысты болады. Бұл жағдайда тартушы электр жетектің электрқозғалтқышын таңдауға әсерін тигізеді.

Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері үшін, әске қосу процесі өте ауыр үрдіс болып есептеледі. Осыған орай, конвейерлерде артық жүктелу қабілеті үлкен, іске қосу тоғы айтарлықтай жоғары болатын жетектік электрқозғалтқыштарды қолдану қажеттігі туындайды.

Конвейердің жұмысын қарастырғанда, оның қатаң тартушы органы және параметрлері оның өбетімен таратылған электромеханикалық жүйе деп қарастыру керек. Динамикалық жүктемені шектеу және лентаның барабанмен жақсы байланыста болуын қамтамасыз ету үшін, электр жетегін іске қосу кезінде үдеуді белгілі деңгейде шектеп және тербелмелі динамикалық жүктемесін жою керек.

Әдетте, өнімділігі аз қысқа конвейерлерде іске қосу моменті үлкейтілген, қысқаша тұйықталған роторлы немесе роторы қосталған тор тәріздес болатын асинхрондық қозғалтқыштарда қолданылады.

Ұзындығы 150 м-ге дейін және қуаты 50 кВт-қа дейінгі конвейерлерге арналған қысқа тұйықталған асинхронды электр қозғалтқыштары бар қарапайым реттелмейтін электр жетектері кең таралған. Конвейерлердегі асинхронды торлы электр қозғалтқыштары көбінесе толық емес жүктеме кезінде жұмыс істейді. Алайда, оларды тиімді пайдалану саласы аз қуатты құбырлармен шектеледі.

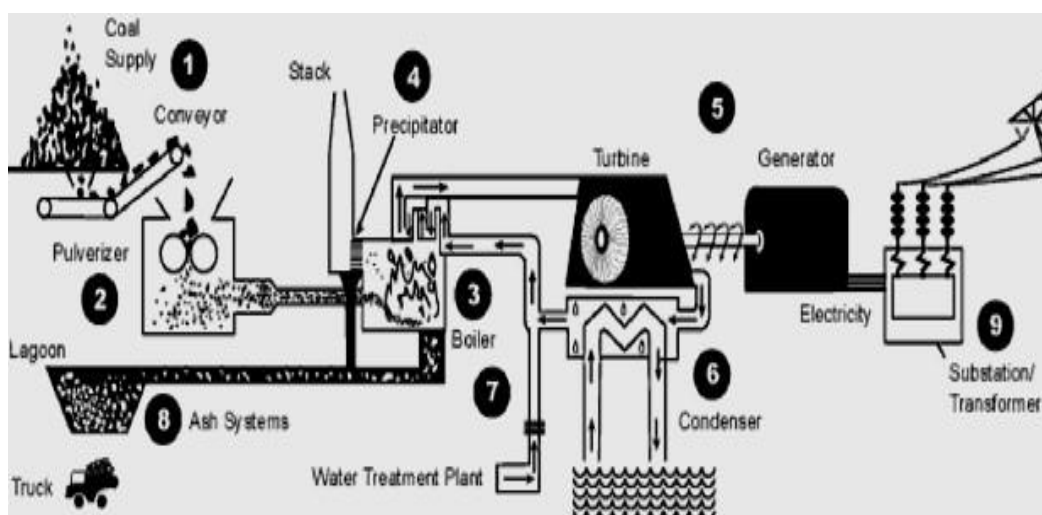
1 Технологиялық процестің сипаттамасы

1.1 Кәсіпорынның сипаттамасы

Жылу электр орталығы Шымкент қаласының өнеркәсіптік аймағы шегінде орналасқан. Төменде көрсетілген негізгі міндеттерді орындау үшін Станция 1960 жылы пайдалануға берілді:

- Комбинаттың өндірістік цехтарының турбиналарды өндірістік іріктеу жұбына қажеттілігін жабу;
- Комбинатты және қала халқын жылумен және ыстық сумен қамтамасыз ету;
- Өндіріс тиімділігін арттыру үшін жоғарыда аталған жылу тұтынуында электр энергиясын өндіру.

ЖЭО 22.12.2004 ж. № 019 Эс сериялы электр энергиясын өндіруге лицензиясы бар. ЖЭО орнатылған қуаты – 36 МВт, бу қуаты – 300 т/сағ, ыстық су бойынша-300 Гкал/сағ. Энергия тасымалдаушысы-органикалық отын. Отынның негізгі түрі-табиғи газ және көмір.



1-сурет-Көмір жылу электр станциясының жұмыс принципі:

Көмір қоры

Көмір вагоншадан аударылатын шанақпен беріледі, онда ол 5 см-ге дейін ұсақталады, көмір қайта өңделеді және конвейер таспасы арқылы электр станциясына жеткізіледі.

Көмір диірмені

Содан кейін көмір ауамен араластырылған ұсақ ұнтақталған ұнтаққа ұсақталады және қазандыққа немесе бу қазандығына жану үшін беріледі.

Бойлер

Жанғыш булармен ауа қоспасы қазандықта бірден жанады. Миллиондаған литр тазартылған су қазандықтың булану құбырлары арқылы сорылады. Көмірдің қатты қызуы қазандықтың буландыратын құбырларындағы тазартылған суды буға

айналдырады, бұл өз кезегінде электр энергиясын құру үшін турбиналарды іске қосады.

Тұндырғыш, сору құбыры

Көмір жанған кезде көмірқышқыл газын (CO₂), күкіртті ангидридті (SO₂) және азот тотығын (NO₂) шығарады. Бұл газдар қазандықтан шығарылады. Қазандықтың түбіне түсетін өрескел қоқыстардан алынған күл қалдықтары алынып тасталады. Өте жеңіл күл шаңы ыстық газдармен бірге қазандықта болады. Ауаның шаңын тұндыруға арналған электростатикалық құрылғы (үлкен ауа сүзгісі) жану газдары атмосфераға таралмас бұрын күл шаңының 99,4% - ын кетіреді.

Турбогенератор

Қазандықтың буландыратын құбырларындағы су қазандықтан қызады және буға айналады. Қазандықтан жоғары қысымды бу турбинаға түседі (мыңдаған винт пышақтары бар үлкен цилиндр). Бу турбиналық пышақтарға жеткенде, турбинаны тез айналдырады. Ауа турбинасы ось генератор ішінде айналады, өз кезегінде электр тогын құрайды.

Конденсатор және суды салқындату жүйесі

Салқындатылған су қондырғыға жеткізіледі және турбинадан шығарылатын буды салқындататын конденсаторлар арқылы айналады. Турбинадан шыққан бу конденсаторлар арқылы салқындатылған судан бөлек құбырлар арқылы өтеді. Суық су будың әсерінен қызады, ол газдан сұйық күйге, атап айтқанда таза суға айналады және электр энергиясын қалыптастыру процесін қайтадан бастау үшін қайтадан қазандыққа айналады. Конденсатордағы жылу алмастырғыштардың арқасында қазір жылы салқындатылған су қондырғыдан шығарылады.

Сумен жабдықтаудың су тазарту станциясы

Коррозияны азайту үшін қазандықтың буландыратын құбырларында қолданылатын су тазартылуы керек. Станциядағы табиғи суларды тазартудың басқа жүйелері құбырларды және басқа жабдықтарды тазарту үшін қажет суды жинайды және тазарту процесі мен басқа процестер нәтижесінде тұндырылады. Ағызылатын су тұндырылған тоғандарға айдалады.

Тұнба, күл жүйесі

Тұндырғыш тақталарға жиналған күл алынып, үлкен хопперлерге немесе дискілерге жиналады. Күл шаңы мен күл қалдығы станциядан шығарылады және қалдықтарды көму орындарына немесе тұндыру тоғандарына шығарылады.

Электр қосалқы станция, түрлендіргіш, трансмиссиялық

Қалыптастыру кезінде электр қуаты кернеуді трансмиссия арқылы жеткізуге болатындай етіп көбейтеді. Электр қалаға немесе қалалық электр қосалқы станцияларына енгеннен кейін, электрмен жабдықтау арқылы өтетін кернеу азаяды, содан кейін тұтынушыларға электр энергиясын жеткізгенге дейін қайтадан азаяды.

1.2 Таспалы конвейердің сипаттамасы

Белгілі бір учаскелермен қозғалатын жүк көтергіш машиналардан айырмашылығы және шотты жүктемесіз толтыру үшін кері қозғалыс, яғни көлік машиналары таспалы конвейерлер жүктерді тасымалдауға арналған үздіксіз процесс оларды тиеу мен түсіруді үзбей. Таспалы конвейерлер жүктерді өңдеуге арналған, яғни көп мөлшерде қозғалатын біртекті бөлшектерден немесе бөліктерден, бөлшектерден тұратын жүктер.

Өнеркәсіпте таспалы конвейерлер барлық салаларда үздіксіз жұмыс істейтін тасымалдау машиналары болып қала береді. Конвейерлік қондырғылардың 90% - дан астамы таспалы конвейерлер болып табылады. Олар тау - кен өнеркәсібінде қолданылады - ашық кен орындарында минералды кендер мен көмірді тасымалдау үшін, өнеркәсіпте-кен мен отынды жеткізу, дайындамаларды тасымалдау үшін ағынды өндірісі бар кәсіпорындар және т. б.

Таспалы конвейерлерде шексіз таспа түріндегі тартқыш элементтер бар, олар конвейердің тірек элементтері, барабанға қосылған электр жетегі, барабанның қозғалысын, тарту құрылғыларын, таспаның жұмыс және қуыс бұтақтарындағы роликті тіректер, сондай-ақ тиеу-түсіру бункерлері, таспаны тазалауға арналған құрылғылар. Конвейер жақтауына орнатылған элементтер.

Таспалы конвейерлердің көмегімен ол өте үлкен қашықтыққа жүктерді тасымалдай алады.

30-ға дейін жоғары өткізу қабілеті бар таспалы конвейерлер. 40 т / сағ, төмен материалды тұтыну және төмен шығындар, пайдалану сенімділігі және пайдалану қарапайымдылығы, төмен қуат тұтынуымен ерекшеленеді. Таспалы конвейерлерде жер бедеріне байланысты көлденең жазықтықта бұрылыстары бар және тік жазықтықта көтерілістері мен құлауы бар иілген трек болуы мүмкін. Алайда, қисық із жасау иілу кезінде таспаның сенімді және тұрақты орналасуын қамтамасыз ету қиын. Белбеу көлденең жазықтықта айналу радиусы, конвейердің дизайнына, белбеудің түріне және еніне байланысты және ол мандердің кең спектріне ие.

Схемалар таспалы конвейерлердің мақсаты бойынша анықталады. Таспалы конвейерлердің артықшылығы-салмағы аз, жүктерді жоғары жылдамдықпен жылжыту мүмкіндігі.

Резеңке мата таспаларының қызмет ету мерзімі пайдалану даңқына және тасымалданатын жүктердің сипатына байланысты резеңке мата таспаларының бір айналымы 15-48 айды құрайды және резеңке мата таспаларының температура диапазоны -60 °С таң 200°С қа дейін.

Таспалы конвейерлердің кемшіліктері бұл жүктердің ұсақ сусымалы материалдарын тасымалдау кезінде қоршаған орта атмосферасының шаңдануынан асып түседі.

Конвейер ленточный



1.3-сурет-Ленталы конвейердің кескінді сұлбасы

1.3 Таспалы конвейерлердің жұмыс принципі

Таспалы конвейерлер әртүрлі салмақ пен мөлшердегі жүктерді үздіксіз тасымалдау үшін қолданылады. Басқа тасымалдау машиналарымен салыстырғанда конвейерлер ең үнемді болып табылады және қарапайым құрылыс индустриясы және басқа да салаларда кездеседі. Иілгіш шексіз мата таспасы жетек барабаны мен тартпа барабанын айналып өтіп, барабан мен жетек ролигі арасындағы аралықта бірнеше тіректер орнатылады. Материал бункердің тиеу құйғышы арқылы беріледі және жетек барабаны арқылы түсіріледі. Таспалы конвейерлер тұрақты, жылжымалы және тасымалданатын.

Таспалы конвейерлер әртүрлі жүк түрлерін және 1000 м тізбектелген конвейерлерді жылжыту үшін қолданылады.

1.4 Таспалы конвейерді пайдалану талаптары

Тиісті техникалық қызмет көрсететін таспалы конвейерлер жүк тасымалының сенімді түрі болып табылады.

Таспалы конвейер операция алдында тіректің барлық ролигі, тарту барабаны, жетек барабаны, авариялық тоқтауға арналған электр бұғаттағыштары, ескерту дыбыстық және жарық сигнализациясы мұқият тексерілуі және бос жүрісте сыналуы тиіс.

Конвейердің бүкіл жұмыс бойы тексеру және сынамалы іске қосу процесінде лентаның тартылу және ортаға дәл келтіру дәрежесін қадағалау қажет. Таспаны қатты тартуға болмайды, өйткені бұл рұқсат етілген токтар мен қозғалтқыштың

қуат шығынын арттырады, түйіспелерді әлсіретеді және таспаны роликті тіректерді дұрыс орнатпауға мәжбүр етеді. Әлсіз кернеу де қолайсыз, таспаның салбырауын арттырады, тасымалданатын жүктің өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Пайдалану алдында керу барабанының, көтергіш және қолдаушы роликтердің еркін айналатынына көз жеткізу керек. Таспалы конвейердің қалыпты жұмысы үшін тасымалданатын материалдар таспалы конвейердің өнімділігіне сәйкес біркелкі берілуі керек.

Жұмыс аяқталғаннан кейін барлық материалдың конвейер таспасынан шыққанына көз жеткізіңіз, содан кейін электр қозғалтқышын өшіріңіз; таспаның буындарының мойынтіректерін тексеріңіз.

Тежегіштерді тексеру үшін конвейерді пайдалану кезінде қауіпсіздік ережелерін сақтаудың маңызды жұмыстарының бірі-қауіпсіздік қосқыштарын құлыптау. Бекіткіш таспалардың ұзындығы тежеу ұзақтығын ескере отырып таңдалады, осылайша рұқсат етілген 0,5-1 м шегінде кері жүру конвейерінің мәнін ескереді.

Құбырды пайдалану барысында тозған тірек роликті, таспаны ауыстырып, ұштарын жалғау керек.

Тозған таспаны ауыстыру белгілі бір қиындықтардың бірі. Бұл операцияны ескі таспамен берілетін тарту күшін пайдалану арқылы жеңілдетуге болады.

Таспалардың қосылыстары (буындары) екі түрлі: бір бөліктен тұратын және алынбалы. Тұрақты қосылыстарды бірнеше жолмен жасауға болады:

ыстық вулканизация, VF типті Желімді пайдаланып, шикі былғары белдікті тойтару және тігу.

Бір бөліктен тұратын қосылысты алу үшін конвейер таспасының ұштарын қабаттасуға және түйінге қосуға болады

Мақта резеңкеленген таспаның ұштарын қабаттастыра отырып, олар таспаның бүйір бетіне қатысты дұрыс бұрыштарда, содан кейін 30 - 45° температурада жасалады. Кесу 30 градус бұрышта жасалады, белдік барабанының диаметрінің қалыңдығына қатынасы 1:80 - нен үлкен және 45 ° бұрышта - аз немесе тең. Оның кезеңінің соңында тығыздағыштардың санын кесіңіз.

Қадамдардың бетінен резеңке матаға жеке файлмен кесіліп, содан кейін мата бензинмен жуылады. Бензин буланғаннан кейін бір-біріне жабыса бастайды, ол бензиннің төрт бөлігінде ерітілген вулканизациялық желімнің бір бөлігі үшін қолданылады.

Ерітінді сахнаға жұқа, тіпті қабаты бар щеткамен жағылады, оны матаға ысқылайды; ерітіндіні қолдану саусақтарыңызға жабыспайтын етіп кептіруге мүмкіндік береді және бұл операция үш-төрт рет қайталанады. Содан кейін олар бір-біріне кезекпен орналастырылады, осылайша қадам саңылаудың ұштары арасындағы қадамдар 1 мм болады, бұл желімдеу орнына икемділік береді. Жабысқақ беті қадамдар бір-біріне тығыз орналасуы тиіс; бұл олардың жоғарғы роликті илектеу үшін. Содан кейін қойыңыз желімдеу екі пластинаның арасына қысылады 100 - 120 ° дейін қызады, сондықтан оны бір күн ұстау керек.

Ілмек буын жиектерінде орнатылған болат кронштейндерден жасалған қосылыстар, сондай-ақ орау Болат өзек немесе болат кабель жалғағыш ілмектер.

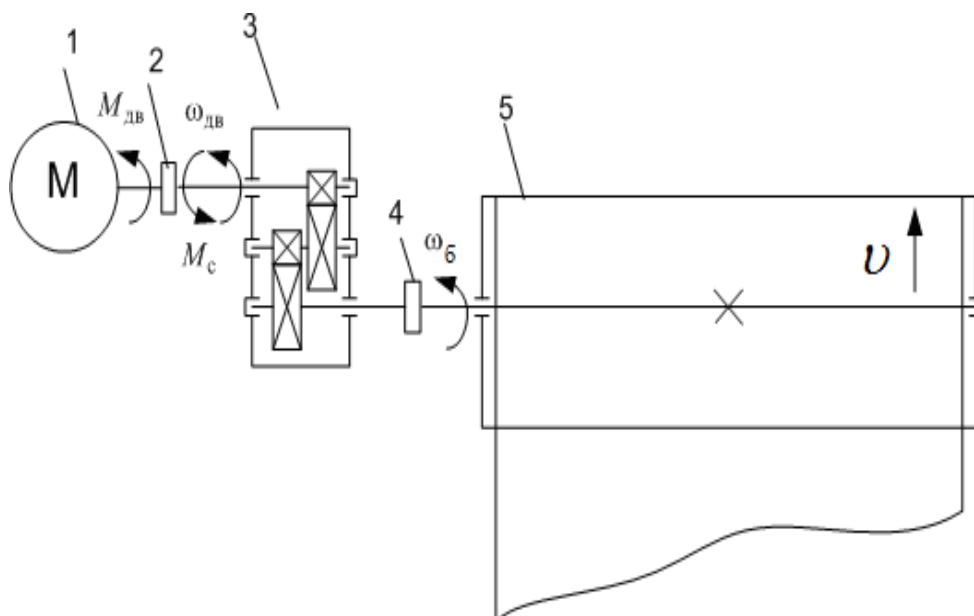
Тісті қысқыштармен ұқсас қосылыстар.

Бірлескен жүктемеде тісті кронштейндермен қосылыстар ені бойынша беріледі, ал түйін көлденең бағытта икемді болады.

Топсаның қосылыстары таспаның шеттеріне бекітілген ілмектерден және жалғанған шыбықтардан тұрады. Таспаның жалпақ ұзындығы үшін ілмектер таспаның енінен сәл аз.

Қосылыстың бұл түрі жүктемені таспаның бүкіл ені бойынша біркелкі беруді қамтамасыз етпейді; өйткені түйіспедегі таспа енінің бір бөлігі қатыспайды жүктемені тікелей беру, сондай-ақ жиі шабуылдар мен бірлескен роликтер мен бірлескен роликтердің арқасында жылжымалы мойынтіректер мен олардың тіректері тез тозады.

1.5 Механизмнің кинематикалық схемасы



2-сурет. Механизмнің кинематикалық схемасы

1-Электр қозғалтқышы; 2,4 – муфта; 3 – редуктор; 5 – жетек барабаны; $M_{дв}$ – жетек қозғалтқышы жасаған момент; M_c -механизмнің кедергі моменті; v - таспаның жылдамдығы. $\omega_{дв}$ - барабан мен қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы;

Конвейер механизмінің параметрлері:

- максималды өнімділік $Q = 55.5$ кг/с;
- редуктордың беріліс коэффициенті $i=20$;
- максималды өнімділікпен конвейер жұмысы кезіндегі механизм мен редуктордың пайдалы әсер коэффициенттері: $\eta_{ред} = 0.9$, $\eta_{мех} = 0.83$
- қозғалтқыштың инерция моменті $J_{дв} = 1.2$ кг·м²;

- механизм инерциясының келтірілген сәті $J_{\text{мех}} = 1.2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

1.6 Қолданыстағы электржетек жүйесіне шолу

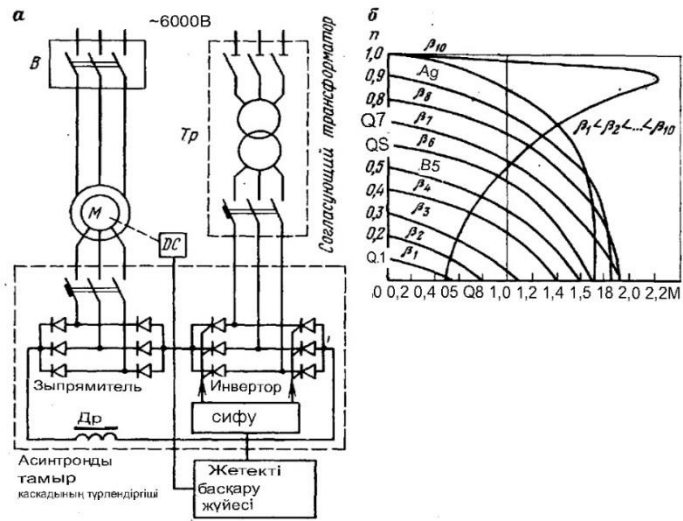
Жетілдіруге дейін конвейер асинхронды-вентильді каскад схемасы бойынша жұмыс істеген. Бұл басқа электр машиналарымен немесе статикалық тиристорлық түрлендіргіштермен каскадты түрде байланысқан фазалық роторы бар асинхронды электр қозғалтқышынан тұратын реттелетін айнымалы ток электр жетегінің жүйесінен тұрады. 1.3 -суретте таспалы конвейерді басқару үшін қолданылып келген асинхронды-вентильді каскады бар жетек схемасы көрсетілген. Бұл схемаға сәйкес фазалық роторлы асинхронды электр қозғалтқышы тікелей қуат беру желісіне қосылады, статор орамасы асинхронды вентильді каскадтың түрлендіргіші арқылы және сәйкес трансформатор желіге қосылады.

Асинхронды вентильді каскадтың түрлендіргіші қозғалтқыш роторының байланыс сақиналарына қосылған тиристор түзеткішінен және тұрақты токты ауыспалы өндірістік жиілікке түрлендіретін инвертордан тұрады, ол сәйкес трансформатор арқылы желіге енеді.

Жетектегі асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары асинхронды-вентильді каскадтың схемасы бойынша (1.3б-сурет) басқару импульстары өзгерген кезде олар координат осінің бойымен параллель қозғалады. Асинхронды-вентильді каскад схемасы бойынша электржетектің артықшылықтарына мыналарды жатқызуға болады:

- электр қозғалтқышының желісіне тікелей қосылу мүмкіндігі;
- айтарлықтай реттеу ауқымы бар жақсы реттеу қасиеттері;

Осы типтегі жетектің басты кемшілігі-жылдамдықты басқару тереңдігіне байланысты төмен қуат коэффициенті және сипаттамаларының қатаңдығы аз болып келеді.



1.3-сурет-Асинхронды-вентильді каскад схемасы бойынша реттелетін жетек схемасы

2 Элементтерді таңдау және электр жетегінің қуат арнасының параметрлерін есептеу

2.1 ЖЭО - на көмір жеткізу конвейерінің жиіліктік реттелетін электр жетегін қолдану негіздемесі

2.1.1 Конвейердің электр жетегін жаңғыртудың техникалық-экономикалық көрсеткіші

Бүгінгі таңда көптеген кәсіпорындарда таспалы конвейердің электр жетегінің жетектері реттелетін тұрақты ток электр жетектерімен басқарылады. Машинаның жылдамдығы тікелей басқару тогы тиристорлық түрлендіргіштердің көмегімен ғана жүзеге асырылады, салыстырмалы түрде аз басқару диапазоны және қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығы 500-ден 1000 айн / мин аралығында болады. Жалпы тиристорлық станцияға қосылған электр жетектері барлық электр жетектері үшін бірдей. Таспалы конвейерді электр жетегіне жүктеме ретінде қарастыруға болады, статикалық момент жылдамдыққа байланысты емес. Ұзақ уақыт бойы жұмыс режимі жиі іске қосуды және тоқтатуды қарастырмайды. Жетек динамикасына қатаң талаптар ұсынылмаған, іске қосу, тежеу және бір жылдамдықтан екіншісіне өту кезінде өтпелі процестердің сипатына шектеулер ретінде қойылмаған.

Жалпы сипаттамалардан электрлік талаптардың жұмысы қалыпты режимде салыстырмалы түрде төмен екендігі көрінеді. Дегенмен, операция кептелу механизмі болған кезде статикалық моменттің едәуір өсуімен қатар жүретін жүктеменің қысқа мерзімді күрт соқтығысуын жоққа шығармайды. Сонымен қатар, электр машиналары шаңмен қаныққан ортада жұмыс істейді. Сондықтан, жаңарту кезінде мұндай дискілер, ең алдымен, олардың өнімділігі мен сенімділігін арттырады. Жаңғырту тұрғысынан жеке конвейерлердің жұмысын тәуелсіз бақылауды қамтамасыз еткен жөн.

Бұл жиілік реттегіші бар таспалы конвейердің асинхронды электр жетегін пайдалануға перспективалы көшу, бұл техникалық талаптар мен міндеттерді қанағаттандыру үшін функционалдылық пен өнімділікке сәйкес келеді. Алайда, нәтижеге жету үшін өнімділікті жақсарту және еңбек жағдайларын жақсарту үшін қажетті және маңызды шығындарды дұрыс бағалау үшін жаңарту туралы шешім қабылдаған кезде.

Таспалы конвейердің асинхронды электр жетегіне көшудің ең маңызды экономикалық алғышарттары.

Арзан құны. Асинхронды қысқа тұйықталған электр қозғалтқышының тұрақты электр қозғалтқышына қарағанда құны төмен. Қарапайым дизайнмен және жоғары технологиялық өндіріспен. Асинхронды қозғалтқыштар басқа түрлерге қарағанда кең таралған электр машиналары.

Төмен техникалық қызмет көрсету. Асинхронды қысқа тұйықталған электр қозғалтқыштарына бүкіл пайдалану уақыты ішінде қызмет көрсету іс

жүзінде талап етілмейді. Ал тұрақты токтың электр қозғалтқышы жұмыс кезінде коллекторлық тораптарға үнемі техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді.

Электр машинасын жөндеу. Тұрақты токтың электр қозғалтқыштарын (машиналарын) жөндеуге және жөндеуге арналған шығындардың жалпы жиынтығы жаңа асинхронды қысқа тұйықталған электр қозғалтқышының (машинаның) құнына сәйкес келеді (және бұл қолдану үшін ол асып түседі).

Қорғау дәрежесі. Бұл қоршаған ортаға әсер ету дегеніміз - қызмет көрсететін персоналды қорғайтын электр машиналарының қорғаныс дәрежесі, ток өткізгіш бөліктерге, айналмалы бөліктерге жанасу және ішке, бөгде заттар мен суға түсуден қорғау. Асинхронды шұңқырлы машиналарды орындау қорғаныс дәрежелерінің кең спектріне ие. Бұл нақты қолдану үшін өте маңызды. Жоғары қорғаныс дәрежесі бар машиналар мен коллекторлардың өндірісі қызметтердің дизайнын қиындатады және коллекторға қолайлы жағдайлар жасау қымбатқа түседі. Бұл жағдайлар тек электр машиналарына әсер етеді. Түрлендіргіштер жетектер қарастырылмайды. Салыстыру тұрақты ток жетегінің түрлендіргішіне қатысты дұрыс емес. Қолданыстағы құбырлардағы мұндай дискілер көбінесе ескірген ғана емес, сонымен қатар ұзақ уақыт бойы өз ресурстарын таусады. Бұл нәтижелер олардың денсаулығын сақтау құнын анықтауда және тұтастай алғанда процестің сенімділігін төмендетуде ғана емес, сонымен қатар оларды қосымша күш жұмсамай заманауи басқару жүйелеріне қосу мүмкін еместігінде.

Асинхронды машинаның көрсетілген артықшылықтары қозғалтқыштың жиілік түрлендіргішімен бірге жұмыс істейтінін ескермейді. Мұндай жұмыстың ерекшеліктерін білмеу электр жетегін ұтымсыз пайдалануға, ал нашар жағдайда оны дұрыс таңдамауға әкелуі мүмкін. Олардың ішінде керемет энергетикалық көрсеткішке және қуат үшін электр жетегін дұрыс таңдауға жауап беретіндерін атап өтеміз.

Асинхронды қозғалтқыштарды инверторлармен пайдаланған кезде олардың тиімділігі 2-ге төмендейді ... 3% және 5% $\cos\phi$. Синусоидальды емес кернеулерден туындаған қосымша жоғары жиілікті шығындар қозғалтқыштың қызуына және оның білігіндегі пайдалы қуаттың төмендеуіне әкеледі (25%). Ток пен магнит ағынының жоғары гармоникасына байланысты орамалар мен магниттік болатта қосымша шығындардың болуы. Сондықтан жиілікті реттейтін асинхронды жетектерді пайдалану кезінде гармоникалық құрылымды жақсарту шараларын қолданыңыз (қосымша құрылғыны орнатыңыз, түрлендіргіштің параметрлерін реттеңіз және т. б.)

2.1.2 Таспалы конвейерге арналған жиілік реттелетін жетекті таңдау

Конвейер үшін жиілікті реттейтін электр жетегін таңдау әртүрлі ерекшеліктерге ие. Біз автоматтандыру объектілерінің осы түріне ең тән болып табылатындарды көрсетеміз.

Таспалы конвейердің электр жетектерінің жылдамдық диапазоны аз және қарапайым және кең таралған басқару әдісі болуы мүмкін: вольт / жиілік

$$U_1 / f_1 = const$$

Бүгінгі таңда асинхронды электр жетектерін басқару диапазоны вольт / жиілікті басқару әдісі болып табылады және әдетте 1: 40 құрайды, бұл конвейер үшін жеткілікті. Сонымен қатар, заңға сәйкес вольт / жиілікті басқару

$$U_1 f_1 = \text{const}$$

жүктеменің осы түріне қажетті критикалық моменттің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Конвейерлердің электр жетектері үшін жиілік түрлендіргіштерін таңдағанда, конвейер үшін ең маңызды сипаттамаларға назар аудару керек:

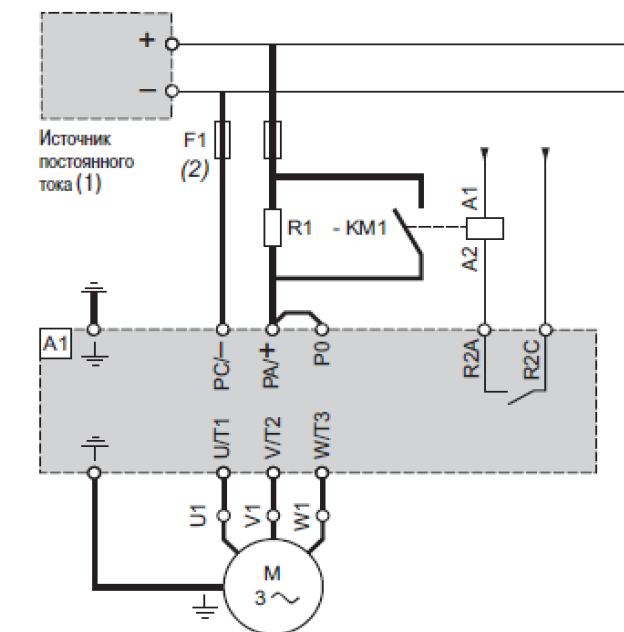
- жоғары жүктеме қабілеті;
- жақсы ұйымдастырылған қорғаныс және ескерту жүйесі;
- вольт / жиілік сипаттамасын реттеу мүмкіндігі.

Басқа сипаттамалар онша маңызды емес, бірақ біз олар қазіргі жиілікті реттейтін электр жетектерінің деңгейіне сәйкес келеді деп санаймыз.

Таспалы конвейердің электр жетегі үшін Altivar сериялы түрлендіргіштерді қолданған жөн (Schneider Electric корпорациясы, Франция). Бұл түрлендіргіштер тапсырманың шарттарына толық сәйкес келеді.

2.1.3 Жиіліктік-реттелетін электр жетегін жинақтау кезіндегі қосымша құрылғылар

Жиілік түрлендіргіштермен қосымша құрылғыларды бірге пайдалану ұсынылады. Қосымша құрылғылар, олардың мақсатына байланысты және түрлендіргіштің қуат және басқару тізбектерінде орнатылады. Қуат тізбегіне орнатылған құрылғыларға мыналар жатады: айнымалы және тұрақты ток реакторлары, кіріс және шығыс сүзгілері, тежегіш резисторлар (2.1-сурет).



2.1-сурет-Жиілікті реттейтін электр жетегінің қосымша құрылғылары

Кіріс сүзгісін орнату электромагниттік үйлесімділік шарттарын сақтау талабымен байланысты. Егер бұл талаптар реттелмесе және жаңғыртылатын шу түрлендіргіші жүйенің басқа құрылғылары мен компоненттеріне теріс әсер етпесе, сүзгіні төмендетуге болады.

Реакторларды, тұрақты және айнымалы тоқты бір мезгілде пайдалану гармоникалық құрылымға әсер етуде жақсы әсерге қол жеткізуге ықпал етеді.

Бұл айнымалы және тұрақты реакторлардың әр түрлі сандары бар жоғары гармоникалық компоненттердің әртүрлі тиімді басылуына байланысты. Жоғары сапалы электр жетегі жүйелерін жобалауда осы ұсынысты елеміз. Конвейер жетегі жүгірумен тежелуді қолданады. Инерцияны сіңіру механизмі үшін тежегіш Резисторларды немесе басқа құрылғыларды орнатудың қажеті жоқ.

Түрлендіргішті басқару дәстүрлі схема бойынша жүзеге асырылады: жылдамдық тапсырмасы - аналогтық сигнал, режимдерді белгілеу және түрлендіргіштің күйін бақылау - дискретті сигналдар. Мұндай басқару схемасымен басқару тізбектеріне қосымша қосымша құрылғыларды енгізу қажет емес.

2.1.4 Технологиялық тұрғыдан қол жеткізілген жиіліктік-реттелетін электр жетегін қолданудың артықшылықтары

Магниттік, тиристорлық станцияны орнатуға арналған бөлменің құрылысын азайту, жетекті басқару жүйесінің ауданы.

220 В тұрақты ток тізбектері ажыратылған кезде 50 Гц жиіліктегі 380 В айнымалы ток желісінің нұсқаулығына өтіңіз. Бұл батарея станцияларын босатады және тұрақты ток тізбегінің үлкен релелік бақылауларын жоюға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта жиілік түрлендіргіштерін кез-келген басқару жүйесіне оңай біріктіруге болады, күрделі желілік сәйкестік пен кіріктірілген қызмет көрсету мүмкіндіктерін қажет етпейді (қозғалтқыштың ағымдағы және жылдамдықты басқару, кең қорғаныс жүйесі және т.б.).

2.2 Жетек қозғалтқышын таңдау

Таспалы конвейердің электр жетегі S1 режимінде жұмыс істейді, өйткені циклдің ұзақтығы 10 минуттан асады, бұл жылу тепе-теңдігі үшін жеткілікті. Жүктеме ұзақ уақыт бойы тұрақты болып қалады.



2.2-сурет-S1 режимінің жүктеме диаграммасы

Максималды статикалық қуатты анықтаймыз

$$P_{c \text{ макс}} = \frac{kz \cdot Q}{\eta} \cdot (c \cdot L + H) \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{1.1 \cdot 200000}{0.75} \cdot (1.1 \cdot 114.45 + 13.075) \cdot 10^{-3} = 34.130 \text{ кВт},$$

мұндағы kz - қор коэффициенті (1.1÷1.25);

Q - конвейердің өнімділігі, т / сағ;

L - конвейердің ұзындығы, м;

H - көтеру биіктігі, м;

η - ПӘК (0.75÷0.85);

c - конвейердің түріне және оның жұмысына байланысты тәжірибелік коэффициент (1.1÷2).

Қозғалтқыш білігіне келтірілген қарсылық моменті

$$M_{с\ нагр} = \frac{P_{с\ макс}}{\omega_{дв\ макс}} = \frac{34130}{98.462} = 346.667 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Мұндағы

$$\omega_{дв\ макс} = \frac{\pi \cdot n_{дв\ макс}}{30} = \frac{3.14 \cdot 940}{30} = 98.462 \text{ рад/с};$$

$n_{дв\ макс} = 940$ об/мин - конвейердің жетек қозғалтқышының қажетті максималды жылдамдығы.

Біз электр қозғалтқышын осы шарттан таңдаймыз

$$P_{дв\ н} \geq \frac{M_{с\ макс} \cdot \omega_{дв\ н}}{0.5 + \frac{\omega_{эп\ мин}}{\omega_{дв\ н}}} \cdot 10^{-3}; M_{дв\ макс} \geq M_{эп\ макс}; \omega_{дв\ н} \geq \omega_{эп\ макс}$$

Біз АВ 250 S6 типті электр қозғалтқышын таңдаймыз, оның техникалық параметрлері 1-кестеде келтірілген.

2.1-кесте-АВ250S6 қозғалтқышының техникалық параметрлері

Қозғалтқыш- тың түрі	Синхронды айналу жиілігі, об/мин	Қуат, кВт	Номиналды жүктеме кезінде		
			Сырғу, %	ПӘ К, %	$\cos\varphi$
АВ 250 S6	1000	45	1.6	85	0.7

2.1-кестенің жалғасы

$m_{п} = \frac{M_{пуск}}{M_{н}}$	$m_{к} = \frac{M_{макс}}{M_{н}}$	$m_{м} = \frac{M_{ми}}{M_{н}}$	$k_{i\ дв} = \frac{I_{пуск}}{I_{н}}$	Қорғау дәрежесі	Климаттық орындау	$J_{дв}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
2.2	2.8	1	5.5	IP54	У2	1.2

$z_p = 3$ - полюс жұптарының саны.

Электр қозғалтқышының есептік параметрлері

Синхронды бұрыштық қозғалтқыш жылдамдығы

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3.14 \cdot 1000}{30} = 104.72 \text{ рад/с.}$$

Қозғалтқыштың номиналды жылдамдығы

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв н}}}{30} = \frac{3.14 \cdot 940}{30} = 98.437 \text{ рад/с.}$$

Қозғалтқыштың номиналды тогы

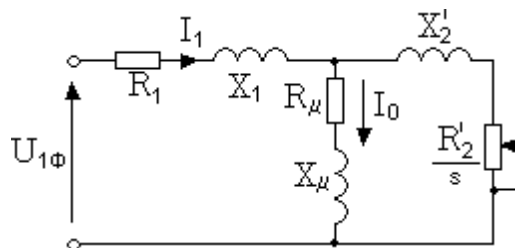
$$I_{1н} = \frac{P_n}{3 \cdot U_{1н} \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n} = \frac{45000}{3 \cdot 220 \cdot 0.7 \cdot 0.85} = 114.6 \text{ А.}$$

Қозғалтқыштың номиналды моменті

$$M_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\omega_n} = \frac{45 \cdot 10^3}{98.437} = 457.147 \text{ Н·м.}$$

2.3 Каталог деректері бойынша асинхронды қозғалтқыштың алмастыру схемасының параметрлерін анықтау

Асинхронды қозғалтқыштың электромеханикалық және механикалық сипаттамаларын есептеу үшін оның математикалық моделі қолданылады, ол әдетте әртүрлі алмастыру схемаларымен ұсынылған. Асинхронды қозғалтқыштың инженерлік есептеулері үшін ең қарапайым және ыңғайлы 2.3-суретте көрсетілген Т-тәрізді эквивалентті схема.



2.3-сурет-Асинхронды қозғалтқыштың алмастыру схемасы

Қабылданған алмастыру схемасына сәйкес келетін асинхронды қозғалтқыштың негізгі теңдеулері:

$$\overline{U}_{1\phi} - \overline{E}_1 - j \cdot X_1 \cdot \overline{I}_1 = 0; \overline{E}_1 + j \cdot X_2' \cdot \overline{I}_2 + R_2' \cdot \overline{I}_2 / s = 0; \overline{I}_1 + \overline{I}_2 - \overline{I}_0 = 0.$$

AB250S6 асинхронды қозғалтқыштың Т-тәрізді алмастыру схемасының параметрлерін оның каталогтық деректері бойынша анықтаймыз (2-кесте). Есептеулер келесі негізгі болжамдармен жүзеге асырылады:

- қозғалтқыштағы магниттік және механикалық шығындар $0,02 P_H$ құрайды;

- статор және ротор орамаларының белсенді кедергісі қозғалтқыштың жұмыс режиміне тәуелді емес, яғни ығыстыру әсері ескерілмейді.

Индукциялық қозғалтқыштың жұмыс істемейтін тогы

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - \left[\frac{p^* \cdot I_{1H} \cdot (1 - s_H)}{1 - p^* \cdot s_H} \right]^2}{1 - \left[\frac{p^* \cdot (1 - s_H)}{1 - p^* \cdot s_H} \right]^2}} = \sqrt{\frac{96.721^2 - \left[\frac{0.75 \cdot 114.6 \cdot (1 - 0.016)}{1 - 0.75 \cdot 0.016} \right]^2}{1 - \left[\frac{0.75 \cdot (1 - 0.016)}{1 - 0.75 \cdot 0.016} \right]^2}} = 67.739 \text{ A,}$$

Мұндағы

$$I_{11} = \frac{p^* \cdot P_H}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_{p^*} \cdot \eta_{p^*}} = \frac{0.75 \cdot 45000}{3 \cdot 220 \cdot 0.622 \cdot 0.85} = 96.721 \text{ A,}$$

- жартылай жүктеу кезінде
қозғалтқыштың статор тогы

$p^* = \frac{P}{P_H}$ - қозғалтқыштың жүктеме коэффициенті, біз қабылдаймыз $p^* = 0,75$;

η_{p^*} - Жартылай жүктеу кезіндегі қозғалтқыштың ПӘК-і, $\eta_{0.75} = 0,85$;

$\cos \varphi_{p^*}$ - жартылай жүктеме кезіндегі қуат коэффициенті, $\cos \varphi_{0.75} = 0,622$.

Индукциялық қозғалтқыштың статор орамасына келтірілген ротор орамасының белсенді кедергісі

$$R_2' = \frac{3 \cdot U_{1\text{фн}}^2 \cdot (1 - s_H)}{2 \cdot m_K \cdot P_{\text{дв н}} \cdot C_1^2 \cdot \left(\beta + \frac{1}{s_K} \right)} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot (1 - 0.016)}{2 \cdot 2.8 \cdot 45000 \cdot 1.054^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{0.092} \right)} = 0.045 \text{ Ом},$$

Мұндағы - β - мәні диапазонда болатын коэффициент $0.6 \div 2.5$, алдын ала қабылдаймыз $\beta = 1$;

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_{i_{дв}} \cdot I_{IH}} = 1 + \frac{67.739}{2 \cdot 5.5 \cdot 114.6} = 1.054$$

есептік коэффициент;

$$s_k = s_n \cdot \frac{m_k + \sqrt{m_k^2 - [1 - 2 \cdot s_n \cdot \beta \cdot (m_k - 1)]}}{1 - 2 \cdot s_n \cdot \beta \cdot (m_k - 1)} =$$

$$= 0.03 \cdot \frac{2.8 + \sqrt{2.8^2 - [1 - 2 \cdot 0.016 \cdot 1 \cdot (2.8 - 1)]}}{1 - 2 \cdot 0.016 \cdot 1 \cdot (2.8 - 1)} = 0.092$$

- қозғалтқыштың критикалық сырғуы.

Статор орамасының белсенді кедергісі

$$R_1 = C_1 \cdot R'_2 \cdot \beta = 1.054 \cdot 0.045 \cdot 1 = 0.048 \text{ Ом.}$$

Индуктивті қысқа тұйықталу кедергісі

$$X_{кн} = \gamma \cdot C_1 \cdot R'_2 = 10.808 \cdot 1.054 \cdot 0.045 = 0.517 \text{ Ом,}$$

Мұндағы

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{s_k^2} - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{0.092^2} - 1^2} = 10.808.$$

Табылған коэффициент мәні $\gamma = 10.808$, номиналды режимдегі қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісінің ротор орамасының берілген белсенді кедергісіне қатынасын іс жүзінде анықтау (коэффициент $C_1 \approx 1$) 45 кВт қозғалтқыш үшін қолайлы.

Статор орамасына келтірілген ротор орамасының индуктивті шашырау кедергісі

$$X'_{2н} = 0.58 \cdot \frac{X_{кн}}{C_1} = 0.58 \cdot \frac{0.517}{1.054} = 0.285 \text{ Ом.}$$

Статор орамасының индуктивті шашырау кедергісі

$$X_{IH} = 0.42 \cdot X_{кн} = 0.42 \cdot 0.517 = 0.217 \text{ Ом.}$$

Магниттеу тізбегінің индуктивті кедергісі

$$X_{\mu} = \frac{E_{\mu}}{I_0} = \frac{198.8}{67.739} = 2.936 \text{ Ом,}$$

Мұндағы

$$\begin{aligned} E_{\mu} &= \sqrt{(U_{1н} \cdot \cos \varphi_{н} - I_{1н} \cdot R_1)^2 + (U_{1н} \cdot \sin \varphi_{н} - I_{1н} \cdot X_{1н})^2} = \\ &= \sqrt{(220 \cdot 0.7 - 114.591 \cdot 0.048)^2 + (220 \cdot \sin(a \cos(0.7)) - 114.591 \cdot 0.217)^2} = \\ &= 198.8 \text{ В.} \end{aligned}$$

Номиналды режимде статор орамасындағы ауа саңылауының ағынымен қозғалатын магниттеу тармағының ЭДС.

Электр қозғалтқышын ауыстырудың T - тәрізді схемасының алынған есептік параметрлері 2.2-кестеде келтірілген.

2.2-кесте-Қозғалтқышты алмастыру схемасының есептік параметрлері

$R_1, \text{ Ом}$	$R'_2, \text{ Ом}$	$X_{кн}, \text{ Ом}$	$X_{1н}, \text{ Ом}$	$X'_{2н}, \text{ Ом}$	$X_{\mu}, \text{ Ом}$
0.048	0.045	0.517	0.217	0.285	2.936

2.4 Электр қозғалтқышының табиғи механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу және құру

Индукциялық қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы ω (м) өрнектермен есептеледі:

$$\begin{aligned} M(s) &= \frac{3 \cdot U_{1фн}^2 \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot s \cdot \left[X_{кн}^2 + \left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R'_2}{s \cdot X_{\mu}} \right)^2 \right]} = \\ &= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0.045}{104.72 \cdot s \cdot \left[0.517^2 + \left(0.048 + \frac{0.045}{s} \right)^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{s \cdot 2.936} \right)^2 \right]}; \\ \omega &= \omega_0 \cdot (1 - s). \end{aligned}$$

Электр қозғалтқышының номиналды электромагниттік моменті

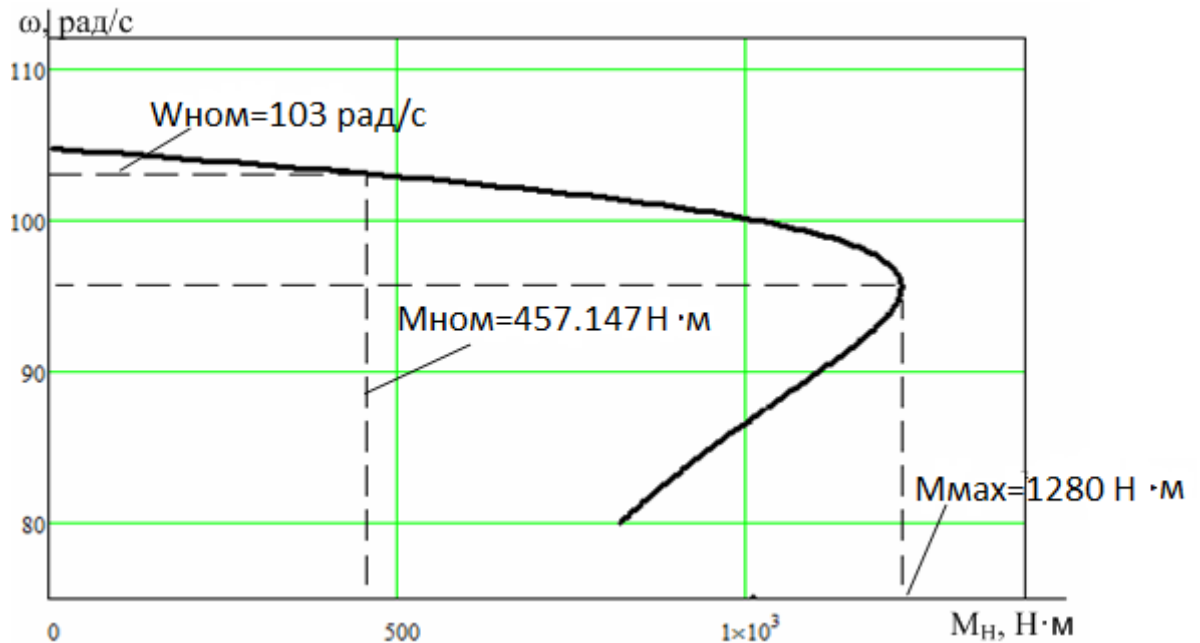
$$M_{\text{эмн}} = \frac{3 \cdot U_{1\text{фн}}^2 \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot s_{\text{н}} \cdot \left[X_{\text{кн}}^2 + \left(R_1 + \frac{R'_2}{s_{\text{н}}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R'_2}{s_{\text{н}} \cdot X_{\mu}} \right)^2 \right]} =$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0.045}{104.72 \cdot 0.016 \cdot \left[0.517^2 + \left(0.048 + \frac{0.045}{0.016} \right)^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{0.016 \cdot 2.936} \right)^2 \right]} =$$

$$= 461.440 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы 2.4-суретте көрсетілген.

Ауыстыру схемасының параметрлері бойынша есептеулер кезінде алынған механикалық сипаттама (2.4-сурет) қанықпаған магниттік жүйесі бар асинхронды қозғалтқышқа сәйкес келеді, ал оның ерекшелігі ротордың индуктивті кедергісінің сырғуға тәуелділігімен анықталады.



2.4-сурет-Қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы $M = f(\omega)$

Электр қозғалтқышының паспорттық деректеріне сәйкес (2.1-кесте)

$$M_{\text{мин}} = m_{\text{м}} \cdot M_{\text{двн}} = 1 \cdot 457.147 = 457.147 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{макс}} = m_{\text{к}} \cdot M_{\text{двн}} = 2.8 \cdot 457.147 = 1280 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{п}} = m_{\text{п}} \cdot M_{\text{двн}} = 2.2 \cdot 457.147 = 1006 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Табиғи электромеханикалық сипаттамалары $\omega(I_1)$ және $\omega(I')$ индукциялық қозғалтқыш өрнектермен есептеледі:

$$I'_2(s) = \frac{U_{1\text{фн}}}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_{\text{кн}}^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R'_2}{s \cdot X_{\mu}}\right)^2}} =$$

$$= \frac{220}{\pm \sqrt{\left(0.048 + \frac{0.045}{s}\right)^2 + 0.517^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{s \cdot 2.936}\right)^2}};$$

$$I_1(s) = \sqrt{I_0^2 + I'_2(s)^2 + 2 \cdot I_0 \cdot I'_2(s)^2 \cdot \sin \varphi_2} =$$

$$= \sqrt{67.739^2 + I'_2(s)^2 + 2 \cdot 67.739 \cdot I'_2(s)^2 \cdot \sin \varphi_2};$$

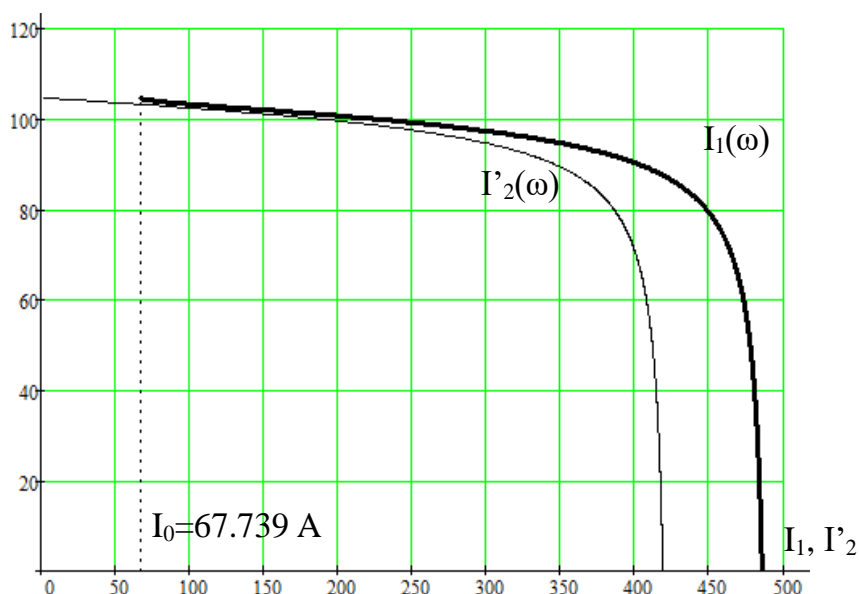
$$I_0 = \frac{U_{1\text{фн}}}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1\text{н}} + X_{\mu})^2}} = \frac{220}{\sqrt{0.048^2 + (0.217 + 2.936)^2}} = 67.739 \text{ А},$$

$$\omega = \omega_0 \cdot (1 - s),$$

Мұндағы

$$\sin \varphi_2 = \frac{X_{\text{кн}}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_{\text{кн}}^2}} = \frac{0.517}{\sqrt{\left(0.048 + \frac{0.045}{s}\right)^2 + 0.517^2}}.$$

Қозғалтқыштың табиғи электромеханикалық сипаттамалары $\omega(I_1)$ және $\omega(I')$ 2.5-суретте көрсетілген.

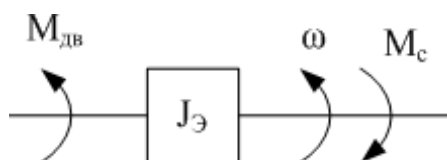


2.5-сурет-Қозғалтқыштың электромеханикалық сипаттамалары жұмыс орындарында есептелген сипаттамалар өте жақсы

Электр қозғалтқышының каталогтық параметрлеріне сәйкес келеді. Бұл ауыстыру схемасының қабылданған параметрлері (2.2-кесте) электр қозғалтқышының нақты параметрлеріне сәйкес келетіндігін және жиілікті реттеу кезінде асинхронды электр қозғалтқышындағы динамикалық процестердің статикалық сипаттамаларын есептеу және модельдеу үшін пайдаланылуы мүмкін екенін растайды.

2.5 Электр жетегінің механикалық жүйесі және оның параметрлері

Конвейердің электр жетегінің механикалық жүйесін ауыстырудың есептік схемасы бір массалық жүйе түрінде ұсынылуы мүмкін (2.6-сурет).



2.6-сурет - Механикалық жетек жүйесінің жобалық схемасы

2.6-сурет схемасында келесі белгілер қабылданады:

$M_{дв}$ - электр қозғалтқыш білігіндегі момент, Н·м;

$M_{с}$ - қозғалтқыш білігіне келтірілген механизмдегі шығындарды ескере отырып, жүктеме моменті, Н·м;

ω – бұрыштық жылдамдық, рад/с;

J_3 - қозғалтқыш білігіне келтірілген жетектің баламалы инерция моменті, кг · м².
Жүктелген конвейердің баламалы инерция моменті

$$\begin{aligned} J_3 &= (1.1 \div 1.3) \cdot J_{\text{дв}} + (m_{\text{гр}} + m_{\text{л}}) \cdot \left(\frac{V_{\text{л}}}{\omega_{\text{дв}}} \right) = \\ &= 1.2 \cdot 1.2 + (4000 + 30200) \cdot \left(\frac{1.6}{98.462} \right)^2 = 10.471 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

Бос конвейердің баламалы инерция моменті

$$\begin{aligned} J_3 &= (1.1 \div 1.3) \cdot J_{\text{дв}} + m_{\text{л}} \cdot \left(\frac{V_{\text{л}}}{\omega_{\text{дв}}} \right) = \\ &= 1.2 \cdot 1.2 + 30200 \cdot \left(\frac{1.6}{98.462} \right)^2 = 9.4146 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

2.6 Жиілік түрлендіргішін және басқару әдісін таңдау

2.6.1 Конвейердің жетекті электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын жиіліктік реттеу тәсілін таңдау

Қарапайым жағдайда асинхронды электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын жиілікті реттеу қозғалтқышқа берілетін үш фазалы кернеудің жиілігі мен амплитудасын өзгерту арқылы ашық скалярлық басқару жүйесін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Векторды басқару күрделірек, бірақ жоғары сапалы реттеу көрсеткіштерін алуға мүмкіндік береді. Жүйеде жиілікті реттеу кезінде басқару әдісін таңдау үшін жиілік түрлендіргіші-асинхронды қозғалтқыш қолданамыз. Конвейердің электр жетегіне қойылатын техникалық талаптарды және кестеде келтірілген көрсеткіштерді талдау ашық скалярлық басқару жүйесін қолдану жеткілікті екенін көрсетеді. Алайда, жылдамдықты басқару диапазонының төменгі бөлігінде ғана емес, сонымен қатар жоғарғы бөлігінде де моментпен қамтамасыз ету қажеттілігін ескере отырып, жүйенің механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу нәтижелері бойынша асинхронды электр қозғалтқышын жиілікті басқару әдісін түпкілікті таңдауды жүзеге асырамыз. Жиілік түрлендіргіші – асинхронды электр қозғалтқышы.

2.6.2 Жиілік түрлендіргішін таңдау

Электржетектің техникалық талаптары мен ұсыныстарына сәйкес Schneider Electric (Франция) компаниясының *ATV71HD55N4* жиілік түрлендіргішін таңдаймыз. Мұндай түрлендіргіштерді практикалық пайдалану олардың жақсы техникалық, пайдалану және энергетикалық сипаттамаларын растады. Түрлендіргіштің техникалық сипаттамалары 3-кестеде келтірілген.

2.3-кесте-Жиілік түрлендіргішінің техникалық сипаттамалары ATV71HD55N4

Параметр атауы		Шамасы
Зауыт тақтайшасында көрсетілген қуат	кВт	55
	л.с.	75
Сызықтық ток (380 В кезінде)	А	120
Толық қуат (380 В кезінде)	кВА	79
Макс. сызықтық ток к.з.	кА	22
Макс. ток в устан. режиме (при 380 В)	А	116
Ағымдағы ауыспалы ток	60 с	А
	2 с	А
Жылдамдықты басқару диапазоны		1:40-скалярды басқару 1:100-векторлық ашық басқару
Коммутация жиілігі	кГц	2.5

2.3-кестенің жалғасы

Қорғаныстық орындау		IP20
Масса	кг	44
Шу деңгейі	дБА	63.7

2.7 Жүйенің механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу жиілік түрлендіргіші-асинхронды электр қозғалтқышы

Конвейердің электр жетегінің жүктемесі технологиялық циклдегі мәні бойынша тұрақты болып табылады, сондықтан жылдамдықты қозғалтқыштың негізгі (номиналды) жылдамдығынан төмен қарай реттеу $n_{\text{ном}}=1000$ айн/мин, минималды жұмыс жылдамдығына дейін $n_{\text{ном}}=500$ айн/мин, басқару заңын іске асыру кезінде жүзеге асырылады $U_1/f_1=\text{const}$.

Жиілік пен қуат кернеуінің ауыспалы мәндеріндегі қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары $\omega(M)$ өрнектер бойынша есептеледі:

$$M(s, f_1) = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2(f_1) \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_{1H}} \cdot s \cdot \left[X_{кн}^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right)^2 + \left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R'_2}{s \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}} \right)^2 \right]} =$$

$$= \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2(f_1) \cdot 0.045}{\omega_0 \cdot \frac{f_1}{50} \cdot s \cdot \left[0.517^2 \cdot \left(\frac{f_1}{50} \right)^2 + \left(0.048 + \frac{0.045}{s} \right)^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{s \cdot 2.936 \cdot \frac{f_1}{50}} \right)^2 \right]};$$

$$\omega = \omega_0 \cdot (1 - s),$$

Мұндағы

$$U_1(f_1) = U_{1\phi H} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}} \quad f_1 < f_{1H}, \quad \text{кезінде}$$

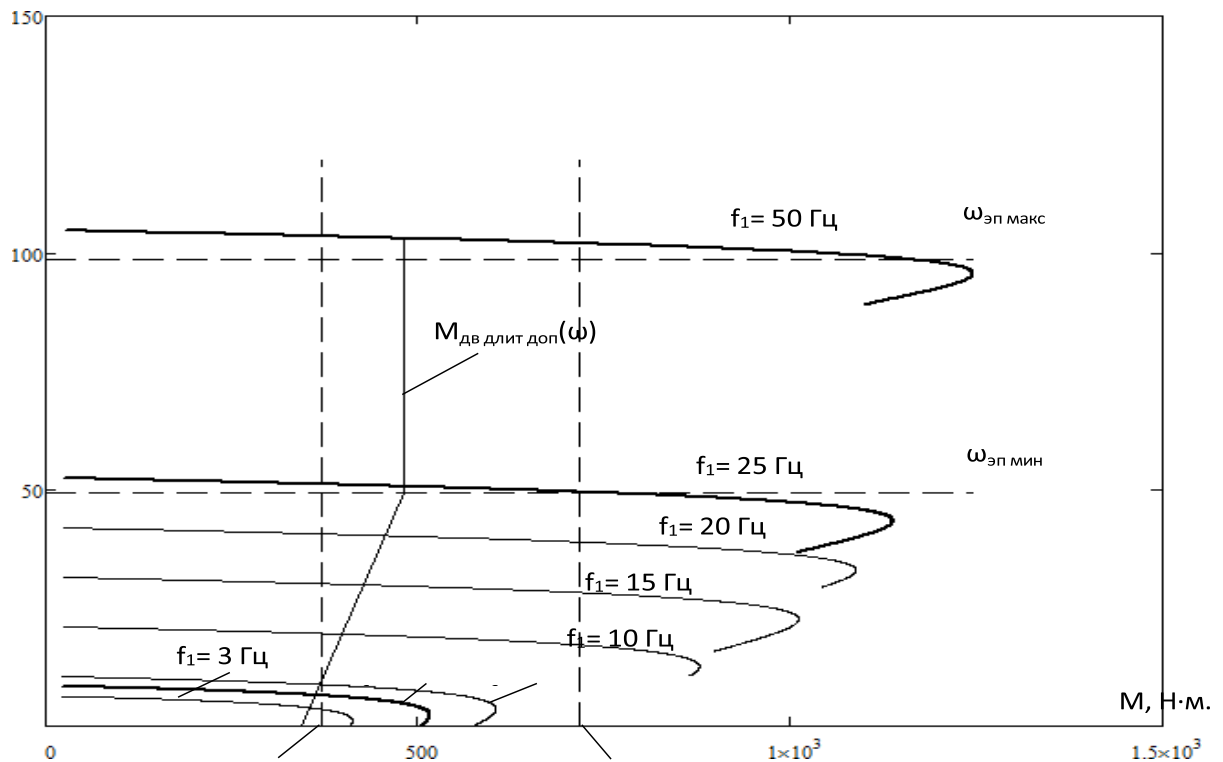
Есептеу нәтижелері бойынша механикалық сипаттамалардың $\omega(M)$ отбасы құрылды (2.7-сурет).

Жиілік пен қуат кернеуінің ауыспалы мәндеріндегі қозғалтқыштың электромеханикалық сипаттамалары $\omega(I_1)$ өрнектерге сәйкес есептеледі:

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

$$I_2(s, f_1) = \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + X_{кн}^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R'_2}{s \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}} \right)^2}} =$$

$$= \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\pm \sqrt{\left(0.048 + \frac{0.045}{s} \right)^2 + 0.517^2 \cdot \left(\frac{f_1}{50} \right)^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{s \cdot 2.936 \cdot \frac{f_1}{50}} \right)^2}};$$

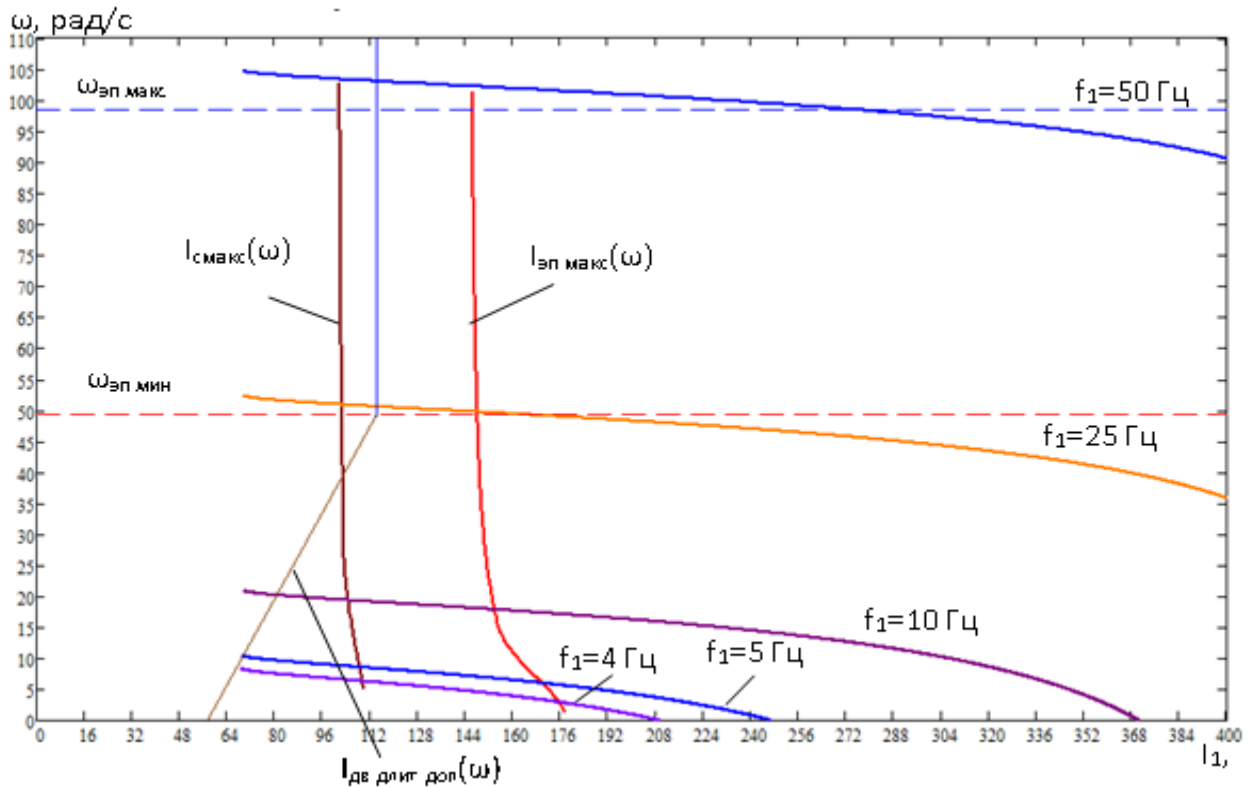


2.7-сурет-Механикалық сипаттамалары $\omega(M)$ жүйесі түрлендіргіш скалярлық басқару және реттеу заңы бойынша қозғалтқыш $U_1/f_1 = \text{const}$

$$\sin \varphi_2(s, f_1) = \frac{x_{\text{кн}} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{н}}}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\text{кн}}^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1\text{н}}}\right)^2}} = \frac{0.517 \cdot \frac{f_1}{50}}{\sqrt{\left(0.048 + \frac{0.045}{s}\right)^2 + 0.517^2 \cdot \left(\frac{f_1}{50}\right)^2}};$$

$$I_0(f_1) = \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{R_1^2 + (x_{1\text{н}} + x_{\mu})^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1\text{н}}}\right)^2}} = \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{0.048^2 + (0.217 + 2.936)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{50}\right)^2}}.$$

Есептеулер нәтижелері бойынша электромеханикалық сипаттамалардың отбасы құрылды (2.8-сурет).



2.8-сурет-Электромеханикалық сипаттамалары $\omega(I_1)$ жүйесінің түрлендіргіші-скалярлық басқару және басқару заңы бар қозғалтқыш $U_1/f_1 = \text{const}$

Электрлендірілген агрегаттың жұмыс саласын анықтау

2.8-суретте қозғалтқыштың ұзақ рұқсат етілген тогының сипаттамасы қосымша салынған $I_{\text{дв.длит.доп}}(\omega)$:

$$I_{\text{дв.длит.доп}}(\omega) = I_{\text{двн}} \cdot \left(0.5 + \frac{\omega}{\omega_{\text{двн}}} \right) \text{ при } \omega \leq 0.5 \cdot \omega_{\text{двн}} ;$$

$$I_{\text{дв.длит.доп}}(\omega) = I_{\text{двн}} \text{ при } 0.5 \cdot \omega_{\text{двн}} < \omega \leq \omega_{\text{двн}} ,$$

ал 2.7-суретте $M_{\text{дв.длит.доп}}(\omega)$ қозғалтқышының рұқсат етілген моментінің тиісті тәуелділігі көрсетілген. Интервалындағы жиілік мәндерінің сериясы үшін оны құру үшін $f_1 = f_{\text{и мин}} \div f_{\text{и макс}}$ қозғалтқыштың электромеханикалық сипаттамасының S теңдеулерінің сырғуына қатысты бірлескен сандық шешім табылды

$$I_1(s) = \frac{I_0(f_1)^2 + \frac{U_{1\phi}^2(f_1)}{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(X_{кн} \cdot \frac{f_1}{f_{1н}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_{1н}}} \right)^2}}{+ 2 \cdot I_0(f_1) \cdot \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(\frac{X_{кн} \cdot f_1}{f_{1н}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_{\mu} \cdot f_1} \right)^2}} \times \frac{X_{кн}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(\frac{X_{кн} \cdot f_1}{f_{1н}} \right)^2}}$$

және қозғалтқыштың ұзақ рұқсат етілген тогының сипаттамалары:

$$I_{дв\ длит\ доп}(s) = I_{дв\ н} \cdot \left(0.5 + \frac{f_1}{f_{1н}} \cdot \frac{1-s}{1-s_n} \right) \text{ при } f_1 \leq 25 \text{ Гц};$$

$$I_{дв\ длит\ доп}(s) = I_{дв\ н} \text{ при } f_1 > 25 \text{ Гц}.$$

Табылған S сырғу мәндері үшін $M_{дв,длит,доп}(\omega)$ қозғалтқышының рұқсат етілген моментінің тиісті мәндері есептеледі.

2.7-суретте толық жүктеме моментінің сипаттамалары көрсетілген

$$M_{с\ макс}(\omega) = M_{с\ дв} + M_{с} = 346.667 + 22.857 = 369.524 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Мұндағы

$$\Delta M_{с\ дв} = (0.05 \div 0.1) \cdot M_{дв\ н} = (0.05 \div 0.1) \cdot 346.667 = 22.857 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

қозғалтқыштың үйкеліс күштері мен максималды жүктеме моменті

$$M_{эп\ макс}(\omega) = k_{эпм} \cdot M_{с\ макс}(\omega) = (1.9 \div 2) \cdot 369.524 = 716.2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

ал 2.8-суретте оларға сәйкес келетін $I_{с\ макс}(\omega)$ и $I_{эп\ макс}(\omega)$, жүктемесінің статикалық тогының тәуелділігі, S сырғу мәндері жиілік интервалында

есептелген $f_1 = f_{и\text{ мин}} \div f_{и\text{ макс}}$, ҚОЗҒАЛТҚЫШ пен ЖҮКТЕМЕНІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ ҮШІН ТЕҢДЕУЛЕР САНДЫҚ ШЕШУ АРҚЫЛЫ ТАБЫЛҒАН

$$\frac{3 \cdot U_{1\phi}^2(f_1) \cdot R_2'}{\left[\left(\omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_H} \right) \cdot s \cdot \left[\left(X_{кн} \cdot \frac{f_1}{f_H} \right)^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_H}} \right)^2 \right] \right]^2} = M_c.$$

Екі рет іске қосу моментін қамтамасыз ету үшін шартты түрлендіргіштің вольт-жиілік сипаттамасының бастапқы бөлігінің параметрлерін таңдау эксперименталды түрде жүзеге асырылды: $U_1(f_1)$ келесі шарттарға сүйене отырып

$$M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{эпмакс}}; \quad I_{1\text{пуск}} < I_{\text{имакс}}.$$

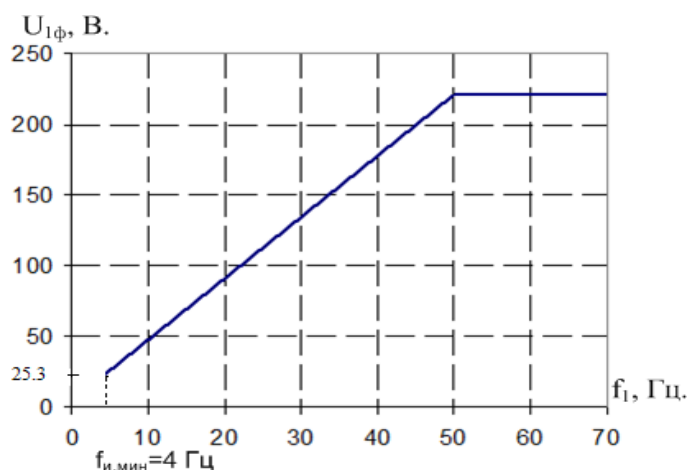
Көрсетілген жағдайларды қамтамасыз ету үшін тәуелділіктің түрі болуы керек екендігі анықталды $U_1(f_1)$, 2.8-суретте көрсетілген және өрнекпен сипатталған

$$U_{1\phi}(f_1) = \begin{cases} U_{10} + \left(\frac{U_{1\phi H} - U_{10}}{f_H} \right) \cdot f_1 = 4 + \left(\frac{220 - 4}{50} \right) \cdot f_1 & \text{при } f_1 < 50 \text{ Гц;} \\ 220 \text{ В} & \text{при } f_1 \geq 50 \text{ Гц.} \end{cases}$$

Түрлендіргіштің вольт-жиілік сипаттамасының параметрлері 2.4-кестеде келтірілген.

2.4-кесте-Түрлендіргіштің вольт-жиілік сипаттамасының параметрлері

f_1 , Гц	4	25	50
$U_{1\phi}$, В	25.3	220	220
$U_{1л}$, В	36.86	380	380

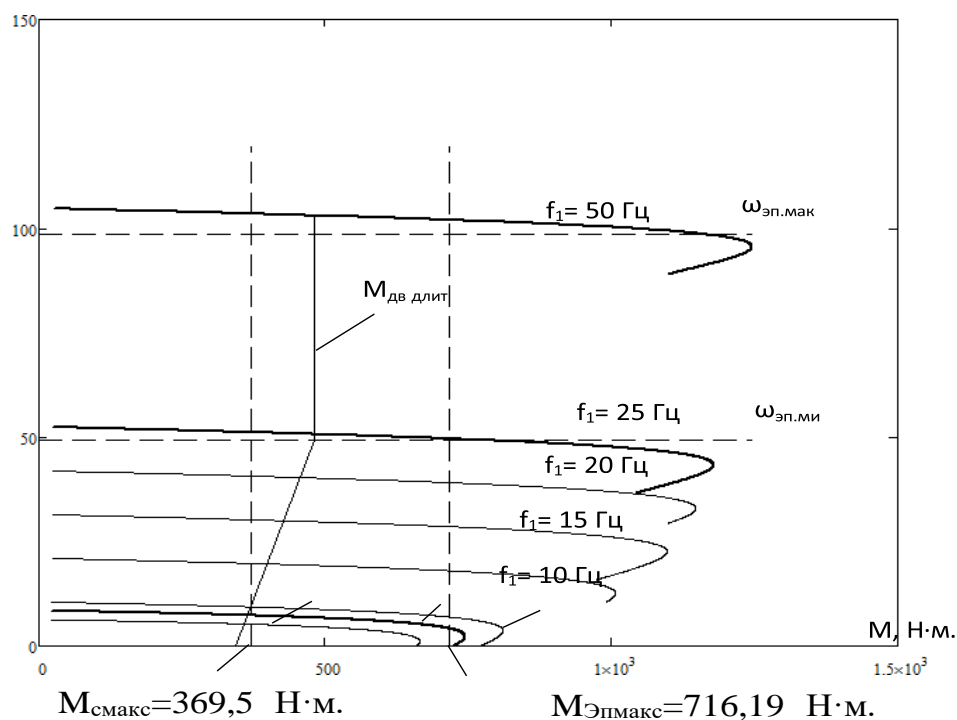


2.9-сурет-Вольт-түрлендіргіштің жиілік сипаттамасы

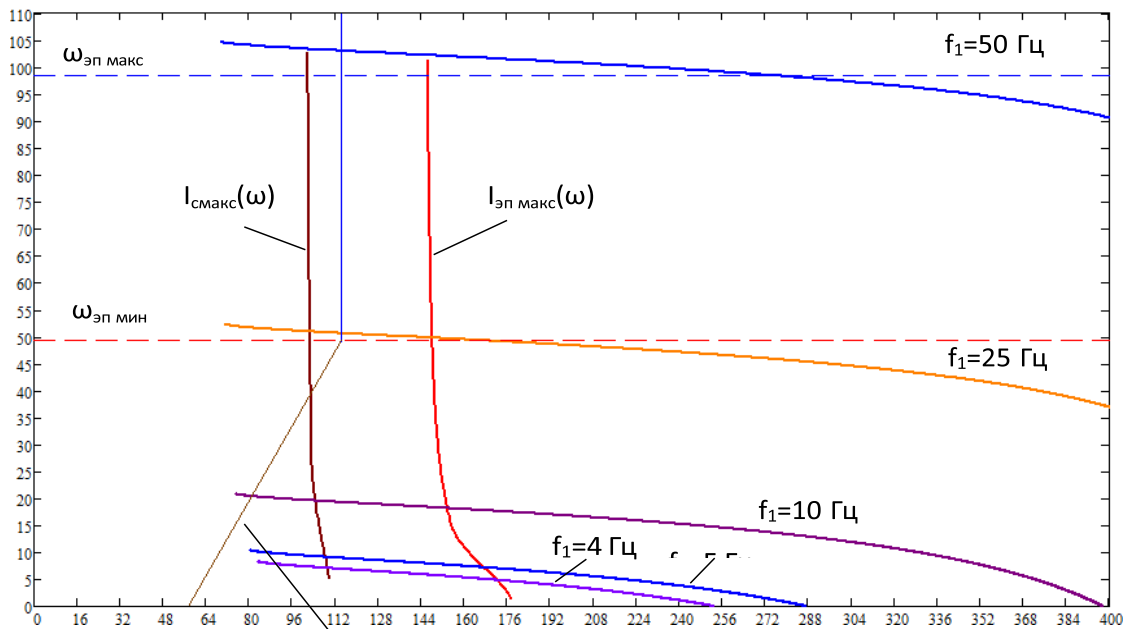
2.10-суретте вольт–жиілік сипаттамасын орнатқаннан кейін түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесінің механикалық сипаттамалары көрсетілген.

Мұнда $M_{\text{смакс}}$ және $M_{\text{эпмакс}}$ жүктемесінің сипаттамалары және $M_{\text{дв.длит.доп}}(\omega)$ қозғалтқышының ұзақ рұқсат етілген моментінің тәуелділігі көрсетілген.

2.11-суретте $U_1(f_1)$ кернеуіне тәуелділікті іске асыру кезіндегі электромеханикалық сипаттамалары $\omega(I_1)$, $I_{\text{смакс}}$ және $I_{\text{эпмакс}}$ жүктемесінің статикалық тогының және жиілік түрлендіргішінің сипаттамалары келтірілген.



2.10-сурет-Механикалық сипаттамалар $\omega(M)$ вольт–жиілік сипаттамасын баптау кезінде түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесінің жұмыс істеуі



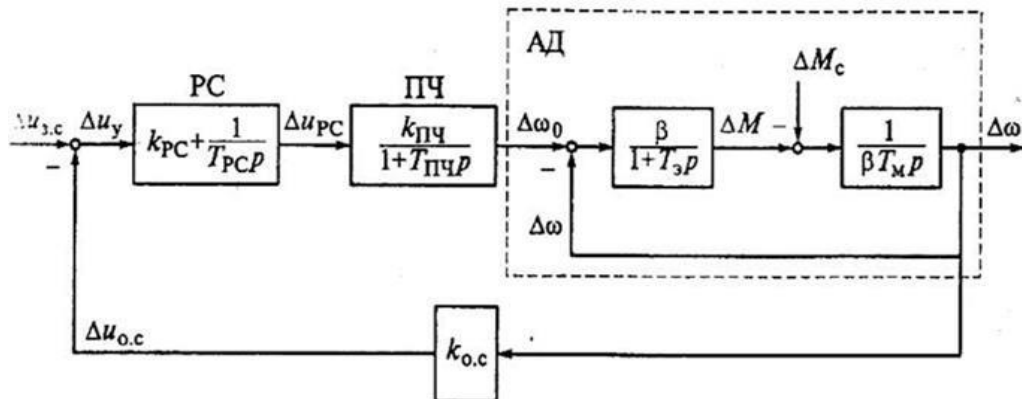
2.11-сурет-Вольт-жиілік сипаттамасын баптау кезіндегі түрлендіргіш – қозғалтқыш жүйесінің $\omega(I_1)$ электромеханикалық сипаттамалары

2.10 және 2.11-суреттерде келтірілген сипаттамаларды талдау көрсеткендей, түрлендіргіштің вольт-жиілік сипаттамасын конфигурациялау кезінде ашық скаляр басқару жүйесін енгізу жылдамдықты басқарудың берілген диапазонын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді ($\omega_{р\ мин} = 49.23$ рад/с тан $\omega_{р\ макс} = 96.46$ рад/с дейін) іске қосу және ең жоғары моменттің қажетті еселігі кезінде ($k_{пэп} = 2$, $k_{мэп} = 2$).

3 Ленталы конвейерлердің электр жетегінің анализі

3.1 ЖТ-АҚ жүйесіндегі асинхронды электр жетектің құрылымдылық сұлбасы

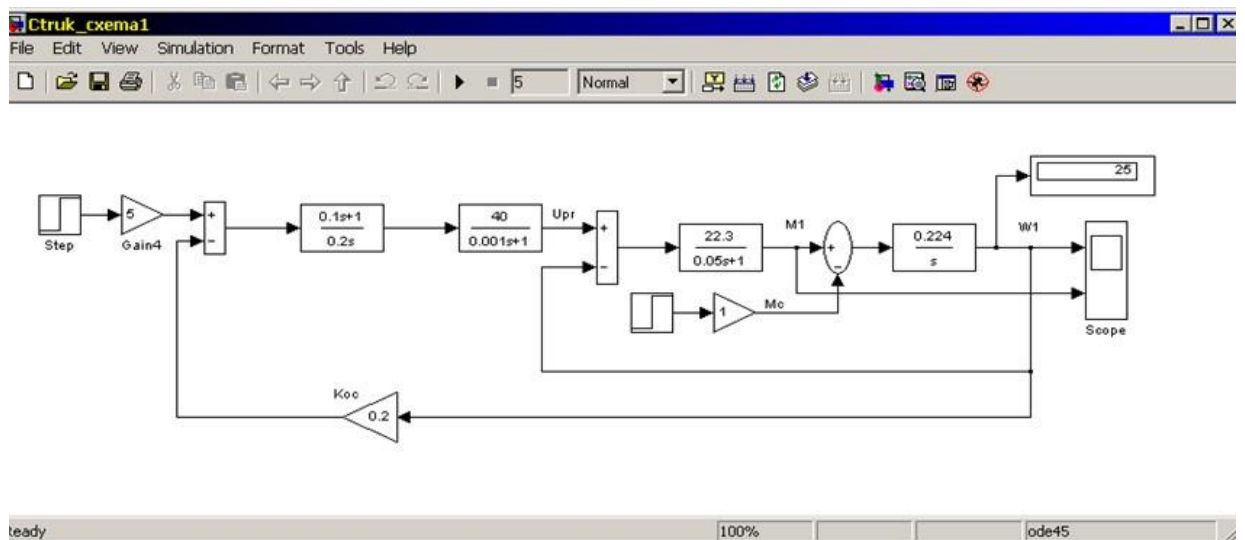
ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдылық сұлбасын, математикалық сипаттама түріндегі беріліс функциясының негізгі түрінде қарастырамыз. ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдылық сұлбасы:



3.1-сурет-ЖТ-АҚ жылдамдығы бойынша кері байланыстың құрылымдылық схемасы

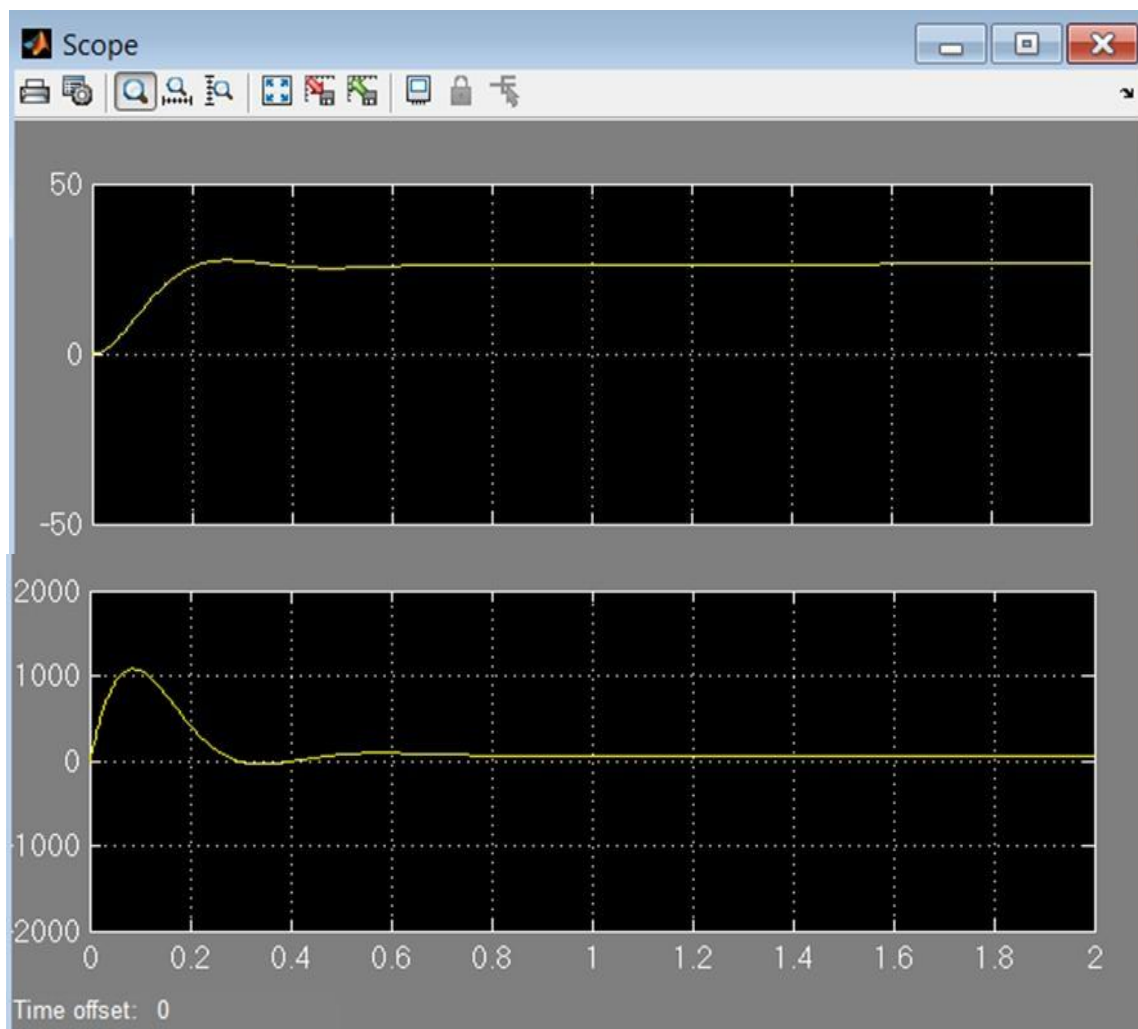
мұндағы, РС - жылдамдықты реттеуші; ПЧ - жиілікті түрлендіргіш; АД - асинхронды қозғалтқыш.

Осы ЖТ-АҚ жылдамдығы бойынша кері байланыстың тұйық жүйесінің құрылымдылық сұлбасы MatLab бағдарламасында былай кескінделеді:



3.2-сурет-ЖТ-АҚ кері байланысының құрылымдылық сұлбасы

ЖТ-АҚ тұйықты жүйелерінің тұрақтылық уақыты және коэффициенттері сандық мәндері таңдалып алынған. Жылдамдықты ауыспалы процесстің қисық сызықтары және асинхрондық қозғалтқышының ЖТ-АҚ тұйықталу жүйелерінің моментіне жүйелік кірістегі басқармалық бірегей көтерілген кездегі $(.) = 1()$ ықпал етуін келесі суреттен көрсетіледі:



2.3-сурет-Асинхрондық қозғалтқышының тұйықталатын ЖТ-АҚ жүйелеріндегі жылдамдықтың және моментінің өтпелі процесс қисығы

Асинхрондық қозғалтқышының жылдамдық өтпелі процессінің қисығы суреттегі сызықтың жоғарғы қисығы болып табылады, ал төмен жақтағы қисық сызық қозғалтқышымыздың электрмагниттік моменттің өтпелі процессінің қисығы болады. Суреттен көріп отырғанымыздай жылдамдық реттелуі 30% ды құрайды. Құрылымдылық сұлбадағы сан есептеулер 4A112M4PНУ2 типті асинхрондық қозғалтқышының параметрі болып табылады.

3.2 ЖТ-АҚ есептік мағынасы

Асинхронды реттелгіштің есептік сипатын асинхронды реттелгіштің суретімен сәйкес қараймыз. Төбеде айтылғандай (сурет 2.2) АҚ суретті екі динамикаландырылған бөлшектен (интеграция және инерция) тұрады, бірдей керісінше болып келеді. Әрбір динамика бөлшегі дифференциалдандырылған өрнегімен қайталанған. Шартталған интеграцияландырылған бөлімнің өрнегінің дифференциалдандырылған өрнегі:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} * \Delta M - \frac{1}{\beta T_M} * \Delta M_c, \quad (2.1)$$

мұндағы, $\Delta\omega$ -реттелгіштің V жоғарылауы;

ΔM - реттелгіштің токмагниттің M -нің жоғарылауы;

ΔM_c - реттелгіштің статикалық M -інің жоғарылауы;

β - АҚ түзулік механикаландырылған суретінің мықтылығы;

T_M - мезгілдің ток механикалық келісімі.

Динамикаландырылған бөлшек үшін, АҚ өздігінен жүруге айналдырылған бөлшегіне дифференциалдандырылған өрнегі:

$$T_{\omega} * \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta * (\omega - \Delta\omega), \quad (2.2)$$

$\Delta U_{p2} = \Delta\omega\theta$ жуырдағы токо магнитті M -нің ΔM (2.2) өрнегі:

$$\frac{d\Delta M}{dt} = \frac{\beta}{T_{\omega}} * U_{p2} - \frac{\beta}{T_{\omega}} * \Delta\omega - \frac{1}{T_{\omega}} * \Delta M, \quad (2.3)$$

осында, T_{ω} - АҚ статор менен ротордың тізбегінің эквивалентті ток магниттік мезгіл мықтылығы;

U_{p2} - жаңа ауыстырғыштың шығысындағы U жоғарылауы. Функциясына арқылы нью ауыстырғыштың дифференциалдандырылған өрнегі:

$$T_{pr} * \frac{d\Delta * U_{pr}}{dt} + \Delta U_{pr} = \Delta K_{pr} * \Delta U_{pc}, \quad (2.4)$$

немесе

$$\frac{d\Delta * U_{nv}}{dt} = \frac{K_{nv}}{T_{nv}} * \Delta U_{pc} - \frac{1}{T_{nv}} * \Delta U_{nv}. \quad (2.5)$$

мұндағы, $T_{ПЧ}$ - жаңа ауыстырғыштың (ЖТ) мезгіл мықтылығы;

$k_{ПЧ}$ - ЖТ беретін көрсеткіші;

$\Delta U_{PC} - V$ - реттеу шығысындағы U жоғарылауы (ПИ- реттегіш).

$\Delta U_{3.C} = \text{const}$ болғанда ПИ-V реттегішінің беретін функциясы кезінде V (жылдамдық) реттегішінің дифференциал өрнегі төменде көрсетілгендей түрге келтіріледі:

$$\frac{d\Delta * U_{PC}}{dt} = \frac{1}{T_{pp}} * \Delta U_{3.C} - K_{ppc} K_o \frac{d\Delta \omega}{dt} - K_{pp} * K_{oo} \Delta \omega, \quad (2.6)$$

Бірақ та дифференциалдандырылған өрнек (2.6) дифференциалдырылуды өрнектің өзге көрсетулерге келтіріледі, жаңа нәрсе V -тың $d\Delta \omega/dt$ орнына (2.1) өрнегінің оң бөлшекін қойып. (2.6) өрнекті төменде көрсетілгендей жазып аламыз:

$$\frac{d\Delta * U_{PC}}{dt} = \frac{1}{T_{pc}} * \Delta U_{3.C} - \frac{K_{PC} * K_{OC}}{\beta T_M * T_{pc}} \Delta M - \frac{K_{PC} * K_{OC}}{\beta T_M * T_{pc}} * \Delta M_c - \frac{K_{PC} * K_{OC}}{T_{pp}} * \Delta \omega, \quad (2.7)$$

мұндағы, $\Delta U_{3.C}$ - беретін белгінің жоғарылауы;

K_{PC} - ПИ – реттегіштің еселігі;

T_{pc} - ПИ – реттегіштің мезгіл мықтылығы;

K_{OC} - ЖТ-АҚ системасының кері арқылы көрсеткіші.

ЖТ-АҚ бітеу системасының математикалық модельінің дифференциалды өрнегін төменде көрсетілгендей көрсетуге келтіріледі:

$$\begin{aligned} 1. \quad & \frac{d\omega}{dt} = -\frac{1}{\beta T_M} \Delta M + \frac{1}{\beta T_M} \Delta M_c, \\ 2. \quad & \frac{d\Delta M}{dt} = -\frac{\beta}{T_\omega} U_{p^2} + \frac{\beta}{T_\omega} \Delta \omega + \frac{1}{T_\omega} \Delta M, \\ 3. \quad & \frac{d\Delta U_{nc}}{dt} = -\frac{K_{nc}}{T_{nc}} \Delta U_{PC} + \frac{1}{T_{nc}} \Delta U_{nc}, \\ 4. \quad & \frac{d\Delta U_{PC}}{dt} = -\frac{1}{T_{pc}} \Delta U_{3.C} + \frac{K_{PC} K_{OC}}{\beta T_M T_{pc}} \Delta M + \frac{K_{PC} K_{OC}}{\beta T_M T_{pc}} \Delta M_c + \frac{K_{PC} K_{OC}}{T_{pp}} \Delta \omega. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Сонымен ЖТ-АҚ бітеу системасының математикалық суреті (2.8) алғашқы ретте дифференциалды өрнектер системасымен көрсетілген. Осындай математикалық модельдің суреті зауыттың көпреттелгіші асинхронды токжетегінің өзгеру системасының ЭВМ-ді пайдалану арқылы анализ бен синтез есептерін шешуге мұрша береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы біліктілік жұмысының мақсаты Шымкенттік ЖЭО таспалы конвейерінің электр жетегін жаңғырту болып табылады.

Қолданыстағы ескірген және мерзімі өткен айнымалы токтың реттелетін асинхронды электр жетегіне ауыстыру ұсынылады. Электр қозғалтқышының қажетті қуатын есептеу нәтижесінде AV250S6 типті қозғалтқыш, сонымен қатар Schneider Electric ATV71HD55N4 жиілік түрлендіргіші таңдалды.

Қорытынды біліктілік жұмысының нәтижесінде техникалық тапсырманың талаптарына толық жауап беретін электр жетегі жасалды. Электр жетегі берілген іске қосу және ең көп момент еселігі $k_p = k_m = 2$ және жылдамдықты ұстап тұру дәлдігі кемінде 5% болған кезде жылдамдықты реттеудің талап етілетін диапазонын қамтамасыз етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 8. Учебное пособие. – Томск, 2010. – 448с
- 2 Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 6. Учебное пособие. – Томск, 2007. – 148с
- 3 <https://works.doklad.ru/view/vXjUitgsdQM/all.html>
- 4 Алиев И. И. Электротехнический справочник. – М.: ИП РадиоСофт, 2000. – 384 с.
- 5 <http://docplayer.com/140396905-Modelirovanie-ustroystv-regulirovaniya-puska-lentochnyh-konveyerov.html>
- 6 Каталог «Преобразователи частоты Altivar71», 2009. – 332 с.
- 7 Мальцева О.П., Удут Л.С., Кояин Н.В. Системы управления электроприводов. Учебное пособие.– Томск, 2007. – 152с