

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр желісі  
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Кашева К.Н. Т.ғ.к, доценті

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »

20 19 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Шахматов көтеру қондырғысының  
Электр желісі

мамандығы бойынша

Орындаған Оспанов Алтай Едігеулы ЭАТКк-15-1  
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші Алмурамова Нурцол Канаявна Р.ғ.д, доценті  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Бейсегі « 13 » мамыр 20 19 ж.  
(қолы)

Пікір жазушы: Т.ғ.к-ы, доценті Ақпанбетов Ә.Б

Ақпанбетов Ә.Б  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 20 » 05 20 19 ж.  
(қолы)

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

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша: Аға оқытушы Сатырлова Н.С.

Сатырлова Н.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 15 » 05 20 19 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусатаев Р.Т.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Мусатаев Р.Т. « 17 » 05 20 19 ж.  
(қолы)

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электртехника институты  
53071800 - Электр энергетикасы мамандығы  
Электр машиналары және электр желісі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Оспанов Асетай Ерісұлы  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Шахтаны көтеру конденсаторынан  
Электр желісі

ректордың «26» 10.2018 №124 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «20» мамыр 2019 ж.

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

$I_{н} = 4,85 \text{ А}; P_{н} = 400 \text{ кВт}; U_{н} = 380/660 \text{ В}; I_{н} = 414 \text{ А};$   
 $I_{дн} = 485 \text{ А}; n_0 = 1500 \text{ айн/мин}; \eta = 0,94; \cos \varphi = 0,90;$   
 $U_{дн} = E_{дн} = 505 \text{ В}; S_{к} = 7,7\%; \Delta = 2$

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Описаниемдық термин «Шахтаны көтеру  
конденсаторынан электр желісі» тақырыбына  
арналып. Мұндағы бос көрсеті шахтаны  
көтергіштер механикаларының автоматты  
басқару жүйесі қарастырылған.





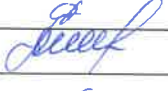


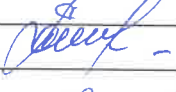
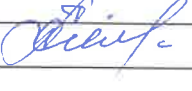
Автоматты басқару жүйесінің айнымалы ток  
электр желісін мұндағы есептік, реттеу  
жүйесі «Матков» бағдарламасы арқылы  
алынған.






ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ

КЕСТЕСІ


№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Мунарашпа краудлар пұрашпа акнарайттар тешкеу	19.11.2018	
2	Мунарашпа краудлардан Электр таадоктарон манфеу	29.11.2018	
3	Мобашпаудың бастапқы деректері	20.12.2018	
4	түрттеме диаграммаларон есептеу немесе козғалысқалы тандау	29.01.2019	
5	Электр метейінеің энергетикалық көрсеткіш- теріне ашпатау	15.02.2019	
6	Найталантан түркіше диаграммалар бейышпа козғалысқалың күзуу немесе салықаратылуу	19.03.2019	
7	Түмопталытан түркіше динамикалық сипаттамаларон туртауу	29.03.2019	
8	Өміртүршілік каучапсиздігі шаралары	11.04.2019	
9	Мобашпаң экономика- лык тешейілігі дантеуу	05.05.2019	

Тапсырманың берілген уақыты « 10 » 05 2019 ж.


Кафедра меңгерушісі

 (қолы) Кашеева Р.Н., Т.ғ.к, доценті  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

 (қолы) Алишраимова Н.К., PhD, доценті  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы  
кабылдаған студент

 (қолы) Осанов Айтбай Еділұлы  
(аты - жөні)

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс «Шахталы көтеру қондырғысының электр жетегі» тақырыбына орындалған.

Жұмыста қос қоректі шахталы көтергіштер механизмдер жүйесіндегі үрдістер жаңғыртылып, тұйықталған жүйенің сипаттамалары есептеліп құрылған. Сондай-ақ, қос қоректену механизмінің табиғи механикалық сипаттамасы MathCad Pro–2000 бағдарламасы бойынша жүргізіліп, тұрғызылған.

Автоматты басқару жүйесінің айнымалы ток электр жетектерін таңдауда оның мәндері есептеліп, реттеу жүйесінің «MathLab» бағдарламасы арқылы моделді құрылып, құрылымдық сұлбаның барлық элементтері анықталған. Қос қоректі машинаның сұлбасының динамикалық сипаттамаларын зерттеуде барлық динамикалық құраушылары Simulink мәзірінде көрсетілген.

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бөлімінде шахталық көтергіш механизмінің қондырғысы орнатылған бөлмеде еңбекті қорғау талаптары талданған. Электр қондырғыларын пайдалану кезінде немесе алдын алу жұмыстары кезінде үлкен қауіп төндіретін ток өткізгіш бөліктердің жанасуының амплитудасы адамның денесінен өтетін ток мәнімен анықталған.

Экономикалық бөлімде технологиялық үрдістерді әзірлеуде, машиналарды, өндірістік ғимараттар мен құрылыстарды жобалау, дайындау және пайдалану, жұмыс орнын орналастыру және ұйымдастыру кезіндегі басқару жүйесінің тиімді нұсқасы есептелініп таңдалған.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінің мақсаты жан-жақты бағаланып, талданып, есептеу көмегімен жобаның нақты тақырыбын әзірлеу мен іске асырудың экономикалық мақсаттылығы мен техникалық мүмкіндігі дәлелденген.

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект был выполнен на тему «Электропривод шахтно-подъемного механизма».

В этой работе был обновлен процесс в системе шахтно-подъемного механизма с двойным питанием. И был рассчитан описание замкнутой системы. К тому же по программе MATHCAD Pro-2000 был построен естественно-механическое описание оборудования с двойным питанием.

Рассчитали значение при выборе переменного тока электропривода в системе автоматического управления и построили модель по программе MathLab, определено все элементы в структурной схеме. Все динамические значения машин с двойным питанием был приведен в программе SimuLink.

В отделе по Безопасности Жизнедеятельности рассмотрели условия труда на месте где установлено шахтно-подъемный механизм. Рассчитали значения амплитуды при соприкосновения с большим значением тока при использование электрических устройств.

В экономической части было определено наилучший вариант для автоматического управления при использование технологических процессов, проектирование производственных здания и объекты, изготовление и при правильном использование машин.

Главная цель в экономической части дипломного проекта было оценено при помощи расчетов и доказано при техническими возможностями.

## ANNOTATION

The graduation project was carried out on the theme "Electric drive of mine and elevating mechanism."

In this work, the process in the system of a double-powered lifting mechanism was updated. And the description of the closed system was calculated. Then, according to the MATHCAD Pro-2000 program, a natural-mechanical description of equipment with dual supply was built.

Calculated the value when selecting an alternative current of the electric drive in the automatic control system and built a model according to the MathLab program, all elements in the block diagram were determined. All dynamic values of machines with dual power was given in the program SimuLink.

In the Life Safety described the working conditions at the place where the mine-lifting mechanism is installed. Calculated amplitude values in contact with a large current value when using electrical devices.

In the economic part, the best option was determined for automatic control when using technological processes, designing industrial buildings and facilities, manufacturing and proper use of machines.

The main goal in the economic part of the graduation project was estimated with the help of calculations and proved with technical capabilities.

## Мазмұны

	Кіріспе	9
1	Шахталық көтергіш механизмнің құрылымдық сипаттамасы	10
2	Электржетектің түрін таңдау	12
2.1	Шахталық көтергіш құрылғыларда қолданылатын электр жетектерінің түрлері	12
3	Қуатты есептеу және қозғалтқышты таңдау	21
3.1	Максималды кернеудің жылдамдығын таңдау	22
3.2	Арқандарды есептеу және талдау	23
3.3	Көтеру тахограммасын есептеу және құру	25
3.4	Қозғалатын күштер диаграммасын есептеу және құру	27
3.5	Электр қозғалтқышының қуатын анықтау	29
4	Электржетектің негізгі элементтерін таңдау және есептеу	31
4.1	Басқарылмайтын түзеткіш	31
4.2	Тура байланыстары бар жиілікті түрлендіргіш элементтерін есептеу және таңдау	32
5	Тұйықталған жүйенің сипаттамаларын есептеу және құру	34
5.1	Қос қоректену механизмнің табиғи механикалық сипаттамасын есептеу және құру	34
5.2	Қос қоректену механизмнің жасанды механикалық сипаттамасын есептеу және құру	37
6	Қос қоректену механизмнің тұйықталған жүйесінің сипаттамаларын есептеу және құру	39
6.1	Тұйық жүйелердің сипаттамасы	39
6.2	Тиристорлық түрлендіргіштерді беру функциясының параметрлерін есептеу	39
6.3	Жылдамдықтың параметрлерін және ток түзеткішін есептеу	40
6.4	Қос қоректендіру машинасының құрылымдық сұлбасын модельдеу	43
7.	Өміртіршілік қауіпсіздігі	47
7.1	Шахталық көтергіш механизм машинасының учаскелерінде еңбекті қорғау талаптарын талдау	47
7.2	Шахталық кәсіпорында электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	48
7.3	Дыбыс аймағында орналасқан есептік нүкте кезінде дыбыс қаттылығының дәрежелерін есептеу	50
7.4	1000 Гц жиілік үшін есептеу үлгісі	54
7.5	Шу мен дірілден қорғау әдістері	55
8	Экономикалық бөлім	56
8.1	Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу (1- нұсқа)	57
8.2	Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу (2- нұсқа)	61
8.3	Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу	64



Қорытынды	66
Қолданылған әдебиеттер тізімі	67

## Кіріспе

Шахталық көтергіш механизмдерді жаңғырту процесі, әдетте, қос қоректендіру механизмінің жүйесімен өзгереді. Тұрақты режимде реактивті қуат динамикасында және қозғалтқыш моментін реттеуге болады. Соңғы жағдай, біріншіден, электр жетектің техникалық опитимумға тартылу күрделілігімен (сырғу жиілігінде токты реттегіштермен), екіншіден, фазалардың бір-біріне қатысты әрекетімен, үшіншіден, қозғалтқыш моментінің ротор тогына тәуелділігінің сызықсыз болуымен түсіндіріледі. Қазіргі уақытта тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жиілігін реттеудің импульстік әдісі кеңінен қолданылады. Бұл ретте қозғалтқышқа импульстік реттеуіштің көмегімен белгілі бір жиіліктегі кернеу импульстерін мезгіл-мезгіл береді.

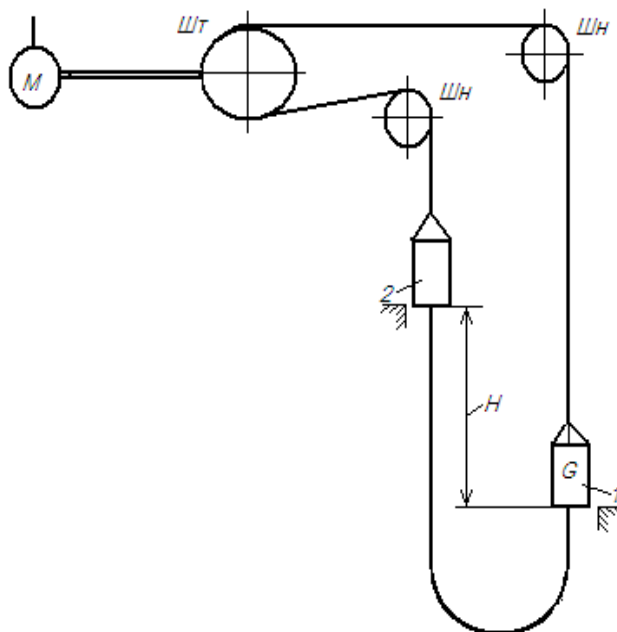
Шахталық көтергіш механизм үшін электр жетек жерге үй-жайда орнатылады. Сонымен қатар, жабдықты жобалау алдында алдын ала сақтық шараларын қарастыру қажет. Еңбекті қорғауды қамтамасыз ету үшін ауаның, жарықтандырудың, шу мен дірілдің жай-күйі қарастырылады.

Электр қауіпсіздігі бөлімінің негізгі бөлігі жерге қосу болып табылады. Жерге тұйықтау, яғни электр қауіпсіздігі мақсатында әдейі жасалған электр қосылымдары қалыпты емес кернеумен металл бөліктердің жерге тұйықтау құрылғысымен оқшауланған бейтарап желілерде қолданылады. Қорғаныстық жерге тұйықтау кедергісі аз болған сайын, оқшаулаудың сынамасы кезінде осы бөліктердегі кернеу соғұрлым аз болады. Жобалау кезінде маңызды элементтердің бірі адам мен жануарлар үшін қауіпсіз мөндердің әр түрлі металл бөліктері арасында потенциалдардың айырмашылығын жеткізу болып табылады. Ол үшін жерге тұйықтау және потенциалдарды теңестіру қолданылады: барлық ашық металл бөліктер жерге тұйықтаудың басты шинасына электрлік жалғанады, осылайша олардың арасындағы потенциалдардың айырмасы металл конструкциялардың екі бөлігі арасында жанасу кезінде адам немесе жануарлар үшін қауіп төндірмеуі тиіс.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінің мақсаты - жан-жақты бағалау, талдау және есептеу көмегімен жобаның нақты тақырыбын әзірлеу мен іске асырудың экономикалық мақсаттылығы мен техникалық мүмкіндігін дәлелдеу.

## 1 Шахталық көтергіш механизмнің құрылымдық сипаттамасы

Шахталық көтергіштің теңдестірілген арқаны және үйкеліс шкиві бар кинематикалық сұлбасы 1.1 суретте көрсетілген. Мұнда 1 және 2 пайдалы жүгі  $G$  түсіріледі немесе көтеріледі. Ш<sub>Ү</sub> - үйкеліс шкиві  $M$  жетекті қозғалтқышпен тікелей қосылған және Ш<sub>н</sub> - бағыттаушы шкив. Өз ұштарымен клеттермен бекітілген және шкивтерді қамтитын арқан қозғалтқышпен қозғалысқа келтіріледі.



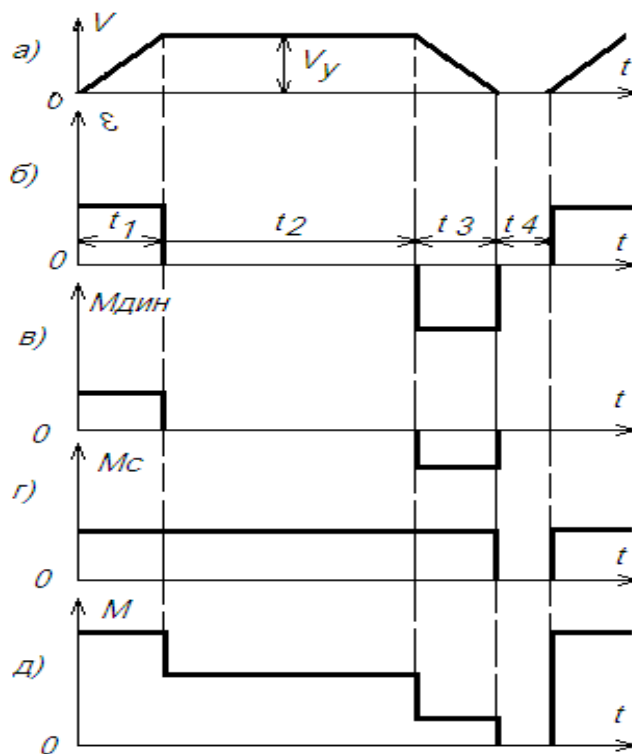
Сурет 1.1 - Теңдестірілген арқаны және үйкеліс шкиві бар шахталық көтергіштің кинематикалық сұлбасы

Механикалық жабдықтардың технологиялық мәліметтеріне және шахтаның талап етілетін өнімділігіне сәйкес, көтергіштің бір циклінің жылдамдығына  $V=f(t)$  мысал диаграммасы (тахограмма) беріледі: бұрыштық үдеу уақыты  $t_1$ , белгіленген режим ұзақтығы  $t_2$ , бұрыштық баяулау  $t_3$  және көршілес көтерулер арасындағы үзіліс уақыты  $t_4$ . Қабылдағыштың келесі жұмыс циклдері қайталаынады. Жылдамдық сипаттамасына бұрыштық үдеу және баяулау сипаттамасы сәйкес келеді, олардың мәндері абсолюттік мәні бойынша тұрақты және  $t_1$  және  $t_3$  учаскелерінде тиісінше әртүрлі белгілері болады. Іске қосу және тежеу учаскелерінде динамикалық құрамдас моменті келесіге тең:

$$M_{\text{дин}} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} \quad (1.1)$$

және 1.2 в суретінде көрсетілген. Бұдан кейін келтірілген қозғалтқыш білігіндегі статикалық жүктеме анықталады:  $M_c = F_c R / \eta$ , мұндағы  $F_c$  - үйкеліс

шківiнiң шеңберiндегi есептiк күш,  $R$  – үйкелiс шківiнiң радиусы,  $\eta$  - ПӘК. Клет пен арқанның ауырлық күшi статикалық моменттiң есебiне кiрмейдi, себебi олар теңдестiрiлген. Бiрақ жүйенiң барлық үдемелi қозғалатын және айналатын элементтерiнiң массасы жетек инерциясының жиынтық моментiн анықтауға байланысты есепке алынады. Мұнда алдын ала таңдалуға тиiс жетектi қозғалтқыштың инерция моментi, қуаты және бұрыштық жылдамдық кiредi.



а – электр жетек жылдамдығының диаграммасы (тахограмма);  
 б – жетекті жеделдету кестесі; в – қозғалтқыш моментінің кестесі; г –  
 көтергіштің (механизмнің) жүктеме диаграммасы; д – электр жетектің  
 жүктеме диаграммасы.

Сурет 1.2 - шахталық көтергіштің электр жетегінің жүктеме диаграммасы

Қозғалтқыштың шамамен қуатын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$P = kF_0 v_y \cdot 10^3 / \eta \quad (1.2)$$

мұндағы,  $k$  - динамикалық моменттерді есепке алатын қор коэффициенті ( $k=1,2...1,3$ ),

$v_y$  - көтергіштің тұрақты бұрыштық жылдамдығы, оның мәні бойынша қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын анықтаймыз:  $v_y = \omega R$

Бұл жерден  $M_c$  моменті тұрақты екенін байқаймыз. Электр жетектің  $M=f(t)$  жүктеме диаграммасының тәуелділігін анықтаймыз, ол статикалық және

динамикалық кернеу  $M(f)=M_z + M_{wn}(i)$ . 1.2 суретте  $M=f(t)$  - сұлбасы көрсетілген.

Жетектің баяулау учаскесінде статикалық және динамикалық моменттердің арақатынасы есебінен оң және теріс моменттер пайда болуы мүмкін. Бұл жүктеме диаграммасы бұрылысты жеке іске қосумен қысқа мерзімді режимді бейнелейді (S4 типті), баяулау учаскесінде теріс моменттер болған кезде жүктеме диаграммасы S5 режим диаграммасына жақын болады.

## 2 Электржетектің түрін таңдау

### 2.1 Шахталық көтергіш құрылғыларда қолданылатын электр жетектерінің түрлері

Электр жетектің реттеу тәсілдері, энергетикалық, экономикалық және қолданылатын көрсеткіштері таңдалған реттеу әдісіне байланысты. Шахталық көтергіш құрылғыларда тұрақты токтың (Г – Қ, ТТ – Қ) және айнымалы токтың асинхронды электр жетектері кең таралған.

Тұрақты ток жетектерінде коллекторлық щеткалы торапты қолдану электр жетектеріне кері әсер етеді Г-Қ жүйесі бойынша жетекті қолданудың бірқатар кемшіліктері бар және ең бастысы электр жетегінің негізгі электрлік көрсеткіштеріне нашар әсер ететін электр энергиясын механикалық түрге айналдыру.

Электр жетегі түрлендіргіштің толық қуатында есептелінетіндіктен, оны шахталық көтергіш механизмдерде қолданудың мағынасы жоқ, бұл жағдайда үлкен қашықтықта жылдамдықты реттеу қажеттілігі жоқ.

Шахталық көтергіш механизмдерді жаңғырту процесі, әдетте, қос қоректендіру механизмінің жүйесімен өзгереді. Тұрақты режимде реактивті қуат динамикасында және қозғалтқыш моментін реттеуге болады. Соңғы жағдай, біріншіден, электржетектің техникалық опитимумға тартылу күрделілігімен (токтың реттегіштерімен сырғанау жиілігінде), екіншіден, фазалардың бір-біріне қатысты әрекетімен, үшіншіден, қозғалтқыш моментінің ротор тогына тәуелділігінің сызықсыз болуымен түсіндіріледі. Соңғы жағдай әртүрлі тербелістер кезінде, әсіресе желідегі кернеудің ауытқуы кезінде моменттің ауытқуын тудырады. Бұл жүйені үлкен динамикалық көрсеткіштерді талап етпейтін үлкен көлемді электр жетектер үшін пайдалануға болады.

Руданы көтеретін қондырғылар үшін бұл көрсеткіштерге мыналар жатады: ПӘК,  $\cos\phi$ , күтім және қолдану бағасы, ішкі кернеудің әрекет етуі, электр қондырғылардың габариті келтірілген.

#### 2.1.1 Реостатты басқарылатын электр жетектер

Реостатты басқарылатын электр жетектер бұл - негізгі элементі асинхронды қозғалтқыш (АҚ), реле-контактор аппаратурасы және қозғалыс реостаты болып табылатын жүйе. АҚ электромеханикалық ерекшеліктері табиғи сипаттама көрсеткіштерінің мәні бойынша анықталады. Оларға  $M_n$



номиналды моменті, максимал  $M_{кр}$  және  $M_n$  іске қосу моменті,  $S_{ном}$  номиналды сырғу және  $S_{кр}$  максималды сырғу жатады.

АҚ бұрыштық жылдамдығын реостатты реттеу тәсілі фазалық роторы бар машиналарға ғана қатысты және сыртқы резисторлар тобын қозғалтқыштың үшфазалық роторлы орамының тізбегіне қосу арқылы іске асырылады. Негізінен, бұл әдіс қосымша роторлық резисторлардың жекелеген секцияларын біртіндеп қысқарту жолымен қозғалтқыштың екпін (екпіннің бәсеңдеуі) режимін басқару үшін қолданылады. Бұл резисторлардың болуы қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының көлбеуін ұлғайтуға алып келеді, нәтижесінде оның іске қосу моменті өседі.

АЖ-нің сырғуы мен момент тәуелді. Оларды анықтау үшін төмендегі теңдеуді қолданамыз:

$$M = 2M_{кр} \cdot \frac{(1 + S_{кр})}{\left(\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} + 2 \cdot a \cdot S_{кр}\right)} \quad (2.1)$$

$$M = \frac{2M_{кр}}{\left(\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}\right)} \quad (2.2)$$

Соңғы теңдеуде статор орамдарының активті кедергісі ескерілмейді.

Асинхронды жетекті реттеу тәсілдері мен реттеу көрсеткіштері, келтірілген теңдеуді талдау кезінде электр жетектеріндегі тұрақты токтың айырмалары ескерілмейді. Оларды анықтау үшін моменттермен және сырғумен тікелей байланысы жоқ басқа теңдеулер қолданылады.

АҚ моменті статор тогының белсенді құраушысына және бұрыштық жылдамдық бойынша айналатын  $\Phi$  магнит толқынына пропорционалды:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p}$$

$$M = K_M \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2, \quad (2.3)$$

мұндағы,  $K_M$  - құрылымдық коэффициент.

Реостатты механизм сипаттамаларының учаскесінде магнит толқындары және  $\cos \alpha$  аз қашықтықта өзгереді, қозғалтқышты реттеу сипаттамаларын анықтау үшін келесілерді қабылдаймыз:

$$C = K_M \cdot \Phi \cdot \cos \phi = const \quad \text{және}$$

$$M = C \cdot I_2 \quad (2.4)$$

Ротор тогының мәні ротор желісінің сипаттамаларын басқарумен байланысты:

$$I_2 = \frac{E_p}{\sqrt{R_p^2 + (X_x \cdot S)}}, \quad (2.5)$$

(2.4) және (2.5) формулалардан сатылы өзгеру тогының  $I_2$  реостатта және  $M$  момент шығынын байқауға болады. 2.1 суретте реостатты басқару процесі көрсетілген.

Орамдарды токқа қосу кезінде ( $t_0$ ) ток шығарындылары  $I_1$  дейін жетеді. Одан әрі экспонент бойынша төмендейді және  $I_2$  мәнінде ( $t_1$ ) КМ1 контакторлардың бірінші сатылары ажыратылады. Және процесс қайталанады.  $I_c$  токтарының соңғы сатысын және  $\omega$  бұрыштық жылдамдығын ажыратқан кезде тұрақтандыру режимі орнатылады.

АҚ электр энергиясын тұтынушы ретінде мынадай айырмашылық бар:

- қозғалтқыштың моменті мен жылдамдығын реттеу кезінде реактивті энергиялардың аз ғана өзгеруі белгіленеді. Осы энергияның орташа мәні қуатқа пропорционалды болады;

- электрмагнитті қуат синхронды айналу жиілігі мен электрмагнитті моментке пропорционалды:

$$P_0 = \omega_0 \cdot M_3. \quad (2.6)$$

Ротордағы қуат екіге бөлінеді:

Қозғалтқыш білігінің айналу жиілігіне және ротор мен реостат орамдарының шығындарына пропорционалды:

$$P_2 = M \cdot \omega$$

$$\Delta P = P_3 \cdot S = 3 \cdot r_2 \cdot I_2^2 + 3r_p \cdot I_2^2, \quad (2.7)$$

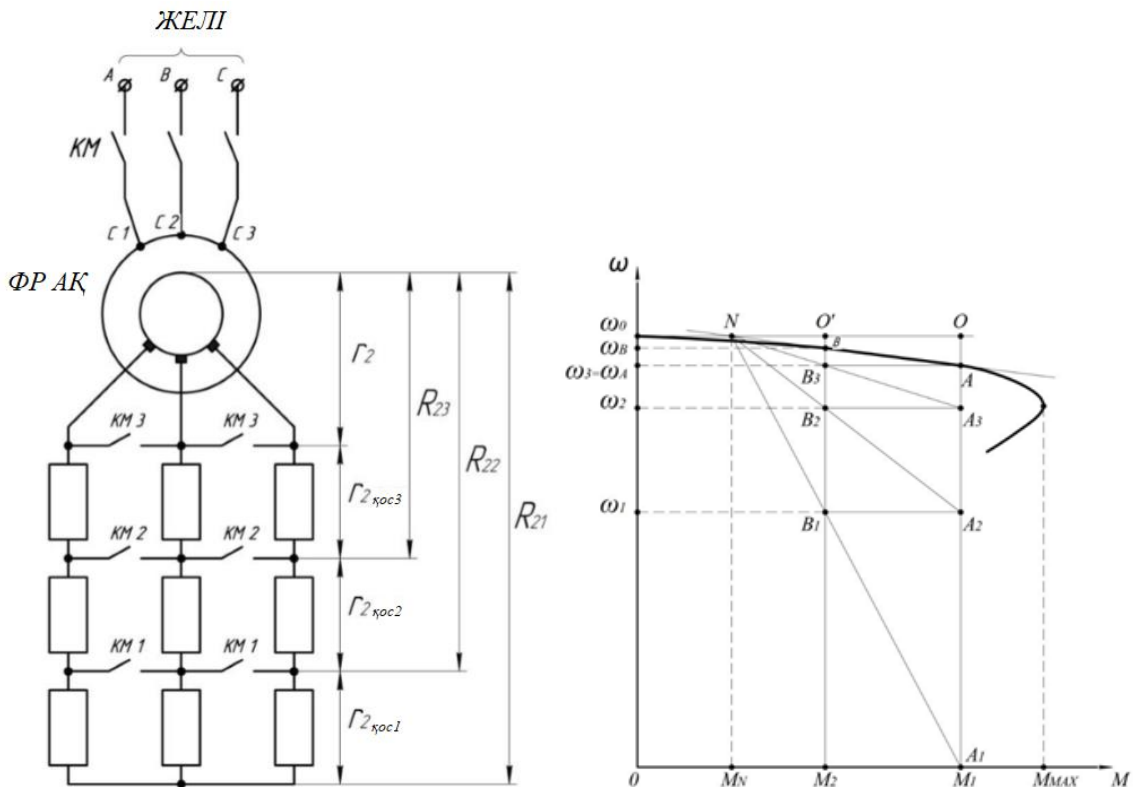
мұндағы,  $r_2$  - ротор орамындағы активті кедергі,  $r_p$  - реостат кедергісі.

АҚ бұрыштық жылдамдығын реостатты реттеудің кемшіліктерін 2.7 теңдеуі шығарады: айналу жиілігінің төмендеуі кезінде қуат да төмендейді, шығындар ұлғаяды, демек ПӘК-те төмен болады. Роторды тежеу кезінде барлық энергия ротор желісін қыздыруға пайдаланылады.

Реостатты басқарылатын электр жетектерін пайдалануды қысқаша талдау көрсетті:

- Реттеу тереңдігі статикалық жүктемеге пропорционалды;
- Энергия шығындары жылдамдықты реттеуге пропорционалды, оның ПӘК-і ұлғаюы есебінен төмендейді;

Электр жетегі элементтерін реттеудің төмен көрсеткіштері жылдамдық пен моментті реттеуді автоматтандыру мүмкіндігін тұйықтайды.



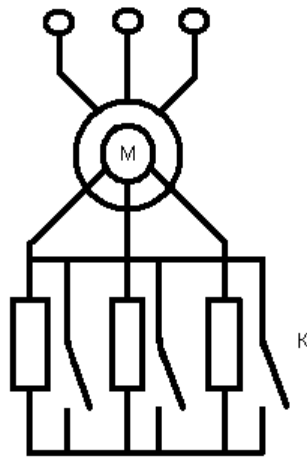
Сурет 2.1 - Реостатты іске қосу кезіндегі асинхронды қозғалтқышты қосу сұлбасы және жылдамдық диаграммасы

### 2.1.2 Импульсті реттелетін электр жетектері

АҚ жылдамдығын басқару үшін импульстік реттеу жүйесін қолдануға болады, ол реостаттық реттеу компоненттерін қамтиды. Сұлбаның жұмысы жетекті асинхронды қозғалтқыштың статоры тізбегінде кернеудің транзисторлық реттегішін қолдануға негізделеді.

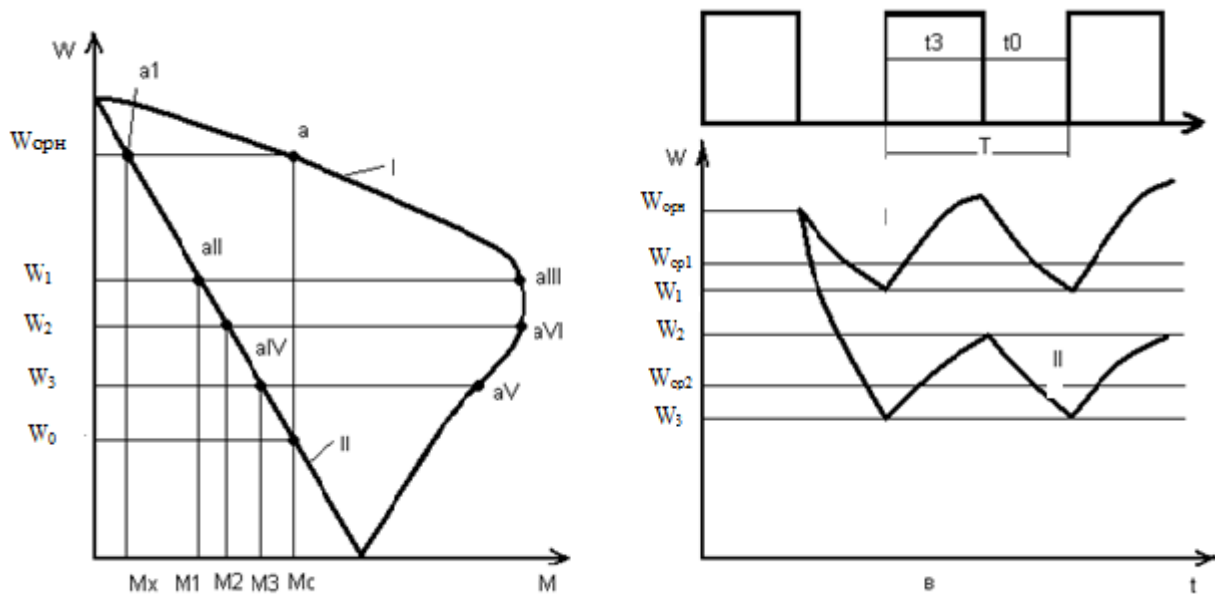
Импульстік реттеудің мәні АҚ тізбектері немесе қоректендіруші желі параметрлерінің кезеңдік (импульстік) өзгеруінен тұрады. Асинхронды ЭЖ-ке қатысты көбінесе АҚ - ға келтірілген кернеуді немесе ротор немесе статор тізбектеріндегі резисторлардың кедергілерін импульстік өзгерту жүзеге асырылады. Бұл әдістер ең алдымен жылдамдықты реттеу үшін қолданылады, бірақ қажет болған жағдайда олар ток пен АҚ моментін реттеуге (шектеуге) мүмкіндік береді.

Принципі импульстік реттеу жұмыс сұлбасын 2.2 суретте қарастырамыз. Бұл сұлбада К кілтімен тұйықталатын қосымша активті кедергі қосылған. АҚ кедергісінің тұйықталуында I (тұйықталған күйдегі К кілті) табиғи сипаттамасы болады (2.2 сурет), ал кедергі кезінде II жасанды сипаттамасы болады.



Сурет 2.2 - Ротор желісіндегі резисторларды импульстік реттеу сұлбасы

$K$  кілті тұрақты жиілікте ашылады және тұйықталады. Кілттің жұмыс уақыты диаграмма 2.3 б суретінде көрсетілген:  $t_0$ -кілттің ашық күйі;  $t_3$  - кілттің тұйықталған күйі;  $T = t_3 - t_0$  - циклдің қайталану уақыты. Егер кілттердің жұмысын  $\gamma$  жазығымен салыстырсақ, онда қозғалтқыштың табиғи сипаттамасы I  $\gamma_1=1$  жазығына тең (2.3 сурет), ал реостат II  $\gamma_0=0$  жазығына тең болады. Егер оған жүктеме моментін  $M_c$  қоссақ, онда  $\omega_{орн.3}$  жылдамдығы  $\gamma_3 = 1$  жазығына тең болады, ал  $\gamma_0 = 0$  жазығы кезінде жылдамдығы  $\omega_{орн.0}$ . Бұл екі мәндер жылдамдықты реттеу аралығын анықтайтын  $M_c$  үшін түпкілікті болады.



Сурет 2.3 а - механикалық сипаттамалар; б, в - кілттің жұмыс кестесі және уақытқа қатысты жылдамдықты өзгерту кестесі

Егер,  $M > M_c$  болса жетек жылдамдатады және жылдамдығы артады. Егер  $M < M_c$  болса жетек баяулайды және тиісінше жылдамдық азаяды. Дәл осы моментте АҚ жылдамдығының периодты өзгеруі импульстік басқаруда болады. 2.2 сурет бойынша қарастырсақ, бірінші кезекте К кілт жабық күйінде, және АҚ  $\omega_{\text{орн.3}}$  жылдамдықпен айналады деп есептейміз, ал момент а нүктесіндегі I сипаттама бойынша жүктеме моментіне тең. Енді К кілтінің мәнін  $\gamma_1 = \frac{t_3}{T-\gamma_3}$  жазығына дейін азайтқанда,  $t_1$  уақыт аралығында кілт ашылып және кедергі ротор тізбегіне қосылса, бұл II сипаттама болады Тұрақты жылдамдық  $\omega_{\text{орн.3}}$  кезіндегі механикалық энергияның әсері есебінен а жұмыс нүктесі I сипаттамадан II сипаттамаға ауысады.

Импульстердің салыстырмалы ұзақтығының өсуінің әсерінен ротордың бұрыштық жылдамдығы ( $\omega'_{\text{орт}} > \omega_{\text{орт}}$ ) өседі. Үзіліс уақыты  $t_{\text{п}}$  кезінде ротор міндетті түрде тежелуі тиіс. Егер бұл шарт орындалмаса, онда ротордың бұрыштық жылдамдығы кез келген мәнде бұрыштық жылдамдық мәніне жеткенше үздіксіз ұлғаяды, өйткені импульс кезінде бұрыштық жылдамдық өседі, ал үзіліс кезінде – іс жүзінде өзгеріссіз қалады.

Басқару импульстерінің жиілігінің өсуімен жылдамдық тербелісінің амплитудасы азаяды; бұрыштық жылдамдықтың орташа мәні өзгеріссіз қалады.

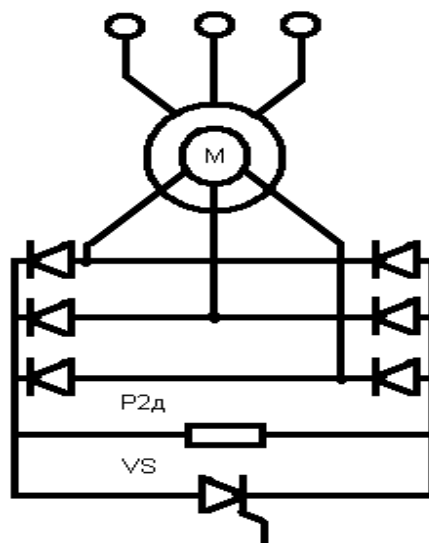
Осы сипаттама бойынша АҚ роторы баяулайды, ал оның жылдамдығы  $a_{II}$  нүктесі бойынша азаяды,  $t_{II}$  уақыт кезеңінде кілт қосылмаған кезде  $M_c$  қозғалтқышының моменті I сипаттамадан  $a_{II}$  нүктесіне өтеді және АҚ жылдамдық алады.  $a$  нүктесіндегі  $t_{III} = t_1 + T$  уақыт кезінде кілт қайта ашылады және барлық цикл қайталанады. Суретте АҚ жылдамдығы  $\omega_{\text{орн.3}}$  - тең  $\omega_1$  ге дейінгі аралықта  $\gamma_1$  жазығында  $\omega_{\text{орт.1}}$  орташа жылдамдықпен жүретіні көрсетілген дейін болады. Уақыт функциясындағы жылдамдықты өзгерту кестесі 2.3 суретте II сызықпен көрсетілген.

Қазіргі уақытта тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жиілігін реттеудің импульстік әдісі кеңінен қолданылады. Бұл ретте қозғалтқышқа импульстік реттеуіштің көмегімен белгілі бір жиіліктегі кернеу импульстерін периодты түрде береді.

Импульсті реттеуіш  $L_{\text{ф}}$   $C_{\text{ф}}$  кіріс сүзгісінен, VS электрондық (транзисторлы немесе тиристорлы) кілтінен, ОД кері диодынан және L индуктивтілігінен тұрады.  $\tau$  уақыт аралығында электронды кілт тұйықталған кезде (транзистор және тиристор ашық), қоректендіруші кернеу толығымен қозғалтқыш зәкіріне түседі де, оның  $i_a$  тогы өседі. (2.3 б сурет); Электронды кілт тұйықталмаған кезде (транзистор және тиристор жабық)  $i_a$  тогы зәкір қозғалтқышынан және электромагниттік энергияның әсерінен кері диодтан өтуін зәкір тізбегінің  $L_a + L$  индуктивтілігінде жалғастырады, бұл кезде  $i_a$  тогы азаяды. Номиналды режимде импульстердің жүру жиілігі әдетте 200-400 Гц құрайды, соның салдарынан T периоды зәкір тізбегінің тұрақты уақытынан шамамен екі есе аз болады. Сондықтан импульс кезінде  $\tau$  уақыты ішінде қозғалтқыштың тогы көбейіп үлгермейді, ал үзіліс кезінде T -  $\tau$  - уақыты азаяды.



2.3 суретте импульсті электр жетегі көрсетілген, мұнда кілт ретінде  $v_s$  тиристоры және  $R_2$  Д коммутаторы алынған. Жұмыс принципі 2.1 суретте көрсетілген.



Сурет 2.4 - Импульсті реттеудің тиристорлы сұлбасы

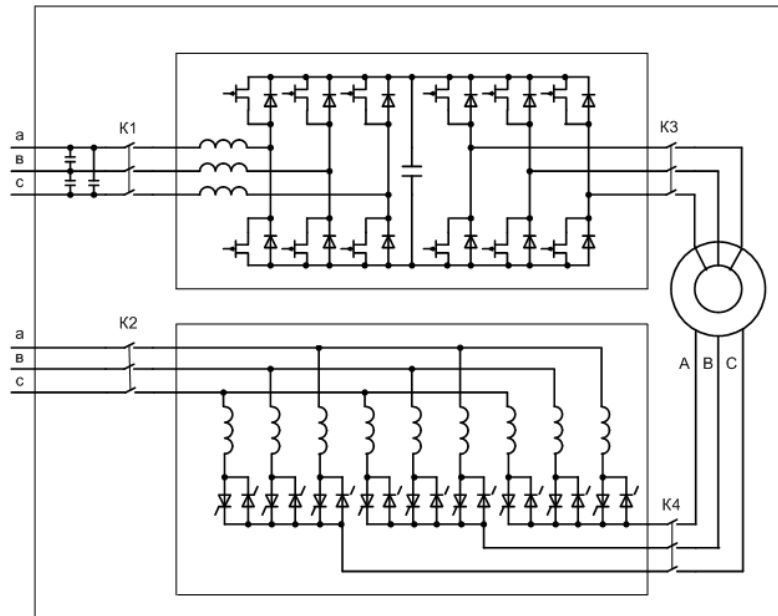
Қарастырылған сұлбалар АҚ жылдамдығын реттеу қарапайымдылығымен ерекшеленеді. АҚ орташа жылдамдығы АҚ білігіне жүктеме моментіне байланысты.

Импульстік электр жетектің қарастырылған сұлбасы жетектің тек механикалық сипаттамасын қамтамасыз етеді. Қарапайым ашық импульстік сұлбалардың көмегімен АҚ жылдамдығын реттеу әдісінің көрсеткіштерін бағалау кезінде, бұл әдіс реттеудің реостаттық әдісімен ұқсастығы бар екенін көреміз. Көп энергия шығындары үшін осы әдісті қолданудағы үнемдеу да үлкен емес.

Тиристорлар мен тұйықталған жүйелерді қолдану импульстік жетектің көлемі мен мүмкіндіктерін кеңейтеді. Мұндай жүйелер 20:1-ге жылдамдықты реттеу мүмкіндігін беретін қатынас көлікте, көтеру және станок жасау механизмдерінің жетектері үшін және басқа да өндірістік механизмдерде жақсы қолданылады.

### 2.1.3 Қос қоректендіру механизмінің сұлбасы бар электр жетегі

Электр жетегі келесі сұлба бойынша тұрады: кешенді тиристорлы жиілік түрлендіргіш тікелей байланысы бар; реттеу жүйесі, жылдамдық және жағдай датчигі, роторлы қосу құрылғысы.



Сурет 2.5 - Қос қоректендіру сұлбасы

Асинхронды қозғалтқышты қуат пен жылдамдық сипаттамалары бойынша таңдау кезінде төмен және жоғары синхронды басқаруды ескеру қажет. Жоғары синхронды жылдамдықпен жұмыс істеу кезінде төлқұжат қуатын төмендету қажет. Қозғалтқыш жылдамдық пен моменттің мәндері бойынша таңдалады:

$$\omega_0 \approx \omega \frac{D}{2_{max}}, \quad (2.8)$$

мұндағы,  $\omega_{max}$ - ең жоғары бұрыштық жылдамдық;  
D-реттеу қашықтығы.

Бір зоналы реттеу кезіндегі қозғалтқыштың номиналды қуаты:

$P_H = M_H \cdot \omega_{max}$ -қозғалтқыш қуаты:

$$P_{HМ.Д.П} = M_H \cdot \omega_0 = M_H \cdot \omega \left(1 - \frac{D}{2}\right)_H \left(1 - \frac{D}{2}\right)_{max}. \quad (2.9)$$

Түрлендіргіштің күштік вентильдерін талдау

Түрлендіргіштің фазалық кернеуінің максималды мәні:

$$U_{ПР} = \frac{E_p S_{max}}{\sqrt{3}} \quad (2.10)$$

мұндағы,  $E_p$ -желілік кернеу мәні  $S=1$ ;

$S_{max}$  - берілген реттеу қашықтығында сырғанаудың максималды мәні.

Шамадан тыс жүктеме кезінде реттеу көпірі тогының максималды мәні:

$$I = \frac{\sqrt{2} \cdot I_{PH} \cdot k_n}{3}, \quad (2.11)$$

$$(k_n = 1,5)$$

Вентиль тогының шектеулі мәні (нашар жұмыс жағдайын ескере отырып, қоршаған орта температурасын арттыру және суыту)

$$I_{қос} = I_B \cdot k_B \cdot k_{П}, \quad (2.12)$$

мұндағы,  $I_B$  - вентильдердің номиналды тогы.

Параллельді вентильдердің саны:

$$П_{ПАР} = \frac{I_{max.B}}{I_{қос.B}}. \quad (2.14)$$

Вентилдегі кері кернеудің амплитудасы:

$$U\sqrt{2}_{лкеріmax}, \quad (2.15)$$

мұндағы,  $U_{ж}$  - трансформатор түрлендіргішінің екінші орамының желілік кернеуі;  $b=1,4$  - вентилдегі кернеуден тыс коммутациялық рұқсат етілген коэффициентінің мәні.

Түрлендіргіштердің трансформаторлары күштік желілерді электрлік ажыратуға және ротор кернеуін және желі кернеуін теңестіруге арналған.

Трансформаторлардың саны түрлендіру сұлбасына (нөлдік және көпірлі) және сұлбаға (үш, төрт және алты сақиналы) тәуелді. Үшфазалы көпірлік сұлба кезінде бір трансформатормен жұмыс істеуге рұқсат етіледі. Үш немесе екі сақиналы жағдайда трансформаторлар жиынтығы үш трансформаторды құрайды.

Күштік трансформаторларды таңдау келесі ретпен жүргізіледі.

Көпірлік түрлендіргіш сұлбасындағы  $I_{2тр}$  трансформаторы тогының әрекет етуші мәні:

$$I = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_H = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_{PH} \quad (2.16)$$

Үшфазалы түрлендіргіштің қоректенуі жалпы трансформатордан жүргізіледі.  $I_H$  жүктеме тогы  $I_H = 2I_{PH}$  максималды токтың жиынтық мәндеріне тең болады. Егер трансформатордың үшфазалы нөлдік сұлбасының тогы  $I_{2тр(0)} = I_H\sqrt{3}$ -ке тең болса, онда:

$$I_{2тр(0)} = \frac{2\sqrt{2}I_{P.H}}{\sqrt{3}} \quad (2.17)$$

Түрлендіргіштің көпірлік сұлбасына арналған трансформатордың фазалық кернеуі:

$$U_{2\phi} = \frac{\sqrt{2}E_{2л} \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot 2,34 \cdot \cos \beta_{min}}, \quad (2.18)$$

мұндағы,  $k = 1,15$  - трансформатордың және түрлендіргіштің шығындарын ескеретін коэффициент;  $\cos \beta_{min} = 0,866$ .

Нөлдік сұлбасы бар трансформатор үшін:

$$U_{2\phi} = \frac{\sqrt{2}E_{2л} \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot 1,17 \cdot \cos \beta_{min}}. \quad (2.19)$$

Қозғалтқыштардың реттеу сұлбаларын жобалау кезінде шығу кернеуінің симметриялығын ескеру қажет. Осыған байланысты қозғалтқышта ток мәні төмендейді және қозғалтқыштың жұмысы қиындайды. Қос қоректенетін қозғалтқышты қолдану саласы:

1. Жетектің динамикасына өте жоғары талаптар, бірақ реттеу учаскесі шектеулі;

2. ПӘК-тің оптималды мәні;

3. Қоректендіруші желі жиілігінің тербелісіне қарамастан жылдамдықты тұрақты ұстап тұруға арналған электр жетектері (мысалы электр жетегінің агрегаты қозғалтқыш-энерго жүйелердің жиіліктік байланысы үшін генератор);

4. Жүктемелі синхронды генераторы бар және электрлік тұйық сұлбасы бар электр жетектерде, электр құрылғылардың өнімділігін арттыру үшін жетек қозғалтқышының номиналды жылдамдығын арттыру қажет;

5. Реостатты басқару жүйесімен салыстырғанда мпд жүйесі келесі ерекшеліктерге ие:

- Энергияны бір сызықты түрлендіру және жоғары ПӘК;

- Түрлендіргіштің төмендетілген қуаты реттеу тереңдігіне пропорционалды;

- Статор тізбегінің реактивті қуатын реттеу мүмкіндігі.

### 3. Қуатты есептеу және қозғалтқышты таңдау

Бастапқы берілгендер:

1. Көтеру механизмінің түрі-клетті көпарналы;
2. Көтеру биіктігі –  $H = 750$  м;
3. Бір сағаттағы өнімділігі–  $A = 755$  т/сағ немесе бір сағаттағы көтерілер саны –  $n_1 - 12$ ;
4. Клеттегі вагоншалардың саны -  $n = 1$ ;
5. Вагон ағынының пайдалы жүктемесі -  $C_r = 500$  кгс;
6. Жүктің пайдалы салмағы –  $Q = 3000$  кгс;
7. Жүктелген клеттің салмағы -  $Q_M = 800$  кгс;
8. Жүксіз вагоншаның салмағы –  $3500$  кгс;
9. Қарама-қарсы салмақ -  $Q_{пр} = 13500$ кгс;

$$Q_{пр} = Q_M + n \cdot G_E + \frac{Q}{2}$$

10. Екі көтеру арасындағы үзіліс  $t = 40$ сек, ал жүк үшін  $t = 15$  сек.  
Сыйымдылық  $5 \text{ м}^3$  вагоншаға арналған үзіліс  $15$  сек;

11. Машинаны орнату орны;

12. Электр желісіндегі кернеу –  $380\text{В}$ ;

Вагонша түрі УВ 3, салмағы  $4500$  кг.

Клеттің түрі 1УКН4 – 2 вагонша салмағы  $5080$  кг·с.

Максималды жүктеме –  $3000$  кг.

Адам саны –  $30$  чел.

Басты арқанға қосылатын жүктеме салмағы –  $646$  кг.

Қосымша арқанға қосылатын жүктеме салмағы –  $244$  кг.

### 3.1 Максималды кернеудің жылдамдығын таңдау

1. Бір көтерілу ұзақтығы:

$$T_1 = \frac{3600}{2 \cdot n_1} = \frac{3600}{2 \cdot 12} = 150 \text{ сек.} \quad (3.1)$$

2. Бір көтерілу кезіндегі қозғалыс уақыты:

$$T = T_1 - t = 150 - 15 = 135 \text{ сек.} \quad (3.2)$$

3. Көтерілу кезіндегі орташа жылдамдық:

$$V_{ор} = \frac{H}{T} = \frac{750}{135} = 5,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (3.3)$$



4. Көтерілу кезіндегі максимальды жылдамдық:

$$V_{max} = V \cdot a_{cp} = 1,2 \cdot 5 = 6 \frac{M}{C}, \quad (3.4)$$

бұл жерде  $a = 1,1 - 1,3$  - жылдамдық күшейткіші.

### 3.2 Арқандарды есептеу және талдау

Барлық қауіпсіздік талаптарына жауап беретін көтерілу биіктігі 700 м жоғары көтергіш арқандардың есебін беріктік қорының ауыспалы шкаласы бойынша жүргіземіз. Бұл жағдайда бір арқанға үзу күші мынадай формула бойынша анықталады:

$$Q_p = m_0 \cdot Q_0', \quad (3.5)$$

$$Q_p = m \cdot Q_0' = 18 \cdot 2990 = 53820 \text{ кгс.}$$

мұндағы,  $m_0 > 9,5$  - арқанды үзу көрсеткішінің соңғы жүктемеге қатынасы,

$$Q_0' = \frac{Q_0}{n} \quad (3.6)$$
$$Q_0' = \frac{Q_0}{n} = \frac{11960}{4} = 2990 \text{ кгс}$$

мұндағы,  $Q_0'$  - бір арқанға берілетін соңғы жүктеме,  $Q_0$  - соңғы жүктеме,  $n$  - көтеру арқандарының саны.

Көп арқанды көтеру үшін қажетті арқандар саны :

$$Q_0 + Q_{гр} + Q_{M1} = 3000 + 5460 + 3500 = 11960 \quad (3.7)$$

МЕМСТ 3085- 69,114Л- 1 мәні бойынша қажетті  $Q_p$  арқанды таңдаймыз  $D_k = 27\text{мм}$ ,  $Q_{p.pқайт} = 68350 \text{ кгс/мм}$ ,  $P = 3,4183 \text{ кгс/м}$ .

Көтеруге арналған арқандардың сымдары және аспалы арқандар оң және сол, төрттік арқан үшін – екі сол және екі оң болуы тиіс.

Арқанның беріктік қоры:

$$m = \frac{Q_p}{Q_0' + p \cdot H} = \frac{53820}{2990 + 3,4183 \cdot 750} = 9,6 \quad (3.8)$$

мұндағы,  $m = 4,5$  беріктік қорының рұқсат етілген мәнінен көп.

3.2.1 Көп арналы көтергіш машинаның үлгі өлшемін таңдау  
Арқандарды таңдау кестесі бойынша МЕМСТ 3085-69 сәйкес  $D=27,5$  мм диаметрлі арқанды қолдану мүмкіндігі бар.

Шкив үшін көпарқанды құрылғы қажет:

$$D_M = 100 \cdot D_k = 100 \cdot 27,5 = 2750 \quad (3.9)$$

Бұл жағдайда

$$g = \frac{2 \cdot n \cdot p \cdot H + 2 \cdot Q_{M1} + Q_{гр}}{D_M \cdot D_k \cdot n} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 3,4183 \cdot 750 + 2 \cdot 3500 + 3000}{2750 \cdot 2,75 \cdot 4} = 1 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.10)$$

екенін анықтаймыз.

Фужеровкаға әсер ететін арқанның меншікті қысымының мәні  $20 \text{ кг} \cdot \text{с/см}^2$  нормадан жоғары емес.

Демек, ЦШ -  $22,5 \cdot 4$  типті көп канатты машинаны таңдаймыз, барабанының диаметрі  $2,25$  м.

### 3.2.2 Теңестіруші арқандарды таңдау

Көтергіш машина ретінде ЦШ - төрт арқанды көп арналы көтергіш машинаны таңдаймыз. Бұл ретте теңестіру үшін екі жазық арқанды таңдау қажет. Арқанды таңдау теңестіру талаптарына сәйкес келеді.

$$\Sigma p = \Sigma g, \quad (3.11)$$

немесе  $n \cdot p = n \cdot g$ .

ұзындығы  $1$  метрге тең арқанның салмағын анықтаймыз.

$$g = \frac{4}{2} \cdot p = \frac{4}{2} \cdot 3,4183 = 6,8366 \text{ кгс/м.}$$

Есептік деректерге сүйеніп кесте бойынша  $117Л-1$  арқанды таңдаймыз.

Салмағы бойынша  $g = 7,05$  кгс/м арқанын және МЕМСТ 3091-69 ( $119 \cdot 19,5$  мм) бойынша өлшемдерді таңдаймыз.

### 3.2.3 Көтеру машинасына қатысты жүктемені анықтау

Машиналарды таңдау кезінде алдымен ең көп статикалық тартылуын анықтау қажет, бұл жағдайда скиптің төменгі жағдайында  $\Sigma g > \Sigma p$ .

$$T_1 = n \cdot p \cdot H + Q_0 \quad (3.12)$$

$$T_1 = 4 \cdot 3,4183 \cdot 750 + 11960 = 22215 \text{ кгс.}$$

Скиптің жоғарғы жағдайында:

$$T_2 = 2 \cdot g \cdot H + Q_{M1} \quad (3.13)$$

$$T_2 = 2 \cdot 7,05 \cdot 750 + 3500 = 14075 \text{ кг} \cdot \text{с.}$$

Статикалық кернеулер арасындағы айырмашылық машинаны таңдаудың негізгі параметрлері:

$$\Delta F_{cm} = T_1 - T_2 \quad (3.14)$$

$$\Delta F_{cm} = 22215 - 14075 = 8140 \text{ кг} \cdot \text{с.}$$

3.2.4 Арқандарды жүргізу шкивінде арқандарды сырғытуға тексеру  
Тексеруді есеп айырысу бойынша жүргіземіз:

$$k_{cm} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{22215}{14075} = 1,5. \quad (3.15)$$

Табылған мән  $k_{cm} = 1,5$  болат үшін  $k_{cm} \leq 1,75$ .

### 3.3 Көтеру тахограммасын есептеу және құру

Көтерілмеген клетті көтергенде жылдамдық үш жолақты диаграмма бойынша өзгереді. Жылдамдық диаграммасының ауданы көтергіш механизмдердің өткен жолдарына тең.

Сондықтан,

$$H = \left( \frac{t_1 + t_3}{2} + t_2 \right) \cdot V_{max}. \quad (3.16)$$

Қосылу кезде жылдамдық өзгереді, сондықтан жылдамдату және баяулау мәндерін анықтаймыз:

жылдамдату:

$$a_1 = \frac{V_{max}}{t_1} = \frac{6}{5} = 1,2 \text{ м/с}, \quad (3.17)$$

баяулату :

$$a_3 = \frac{V_{max}}{t_3} = \frac{6}{5} = 1,2 \text{ м/с.} \quad (3.18)$$

Көтеру машинасы мен оның элементтерін көтеру жолының уақыты:

$$\begin{aligned} t_2 &= T - (t_1 + t_3) \\ t_2 &= 135 - (5 + 5) = 125 \text{ сек.} \end{aligned} \quad (3.19)$$

Клет үшін өнеркәсіптік қауіпсіздік сараптамасы бойынша баяулау мәні  $1 \text{ м/с}^2$  төмен емес.

3.3.1 Көтеру механизмінің қозғаушы бөлшектері массасының анықталуы  $m_n$  - жылдамдығымен қозғалатын бөлшектердің салмағы және  $m_0$  орам диаметріне келтірілген айналатын бөлшектердің салмағы көтергіш құрылғының барлық қозғалатын бөлшектерінің жалпы салмағын құрайды:

$$M = \frac{1}{g} \cdot \sum G_n + \frac{1}{g} \cdot \sum G_0, \quad (3.20)$$

бұл жерде,  $\sum G_n$  - қозғалатын бөлшектердің жиынтық салмағы,  
 $\sum G_0$  - орамның диаметріне келтірілген айналымы бөлшектердің жиынтық құраушы салмағы.

Үдеумен қозғалатын бөлшектердің салмағы:

$$\sum G_n = Q + Q_{M1} + Q_k \quad (3.21)$$

$Q$  - көтерілетін жүктің салмағы,

$Q_{M1}$  - көтергіш ыдыстың салмағы, оның ішінде басты және қосымша арқандардың вагоншалары мен құрылғыларының салмағы.

$Q_k$  - арқанның жалпы салмағы:

$$Q_k = (h + H) \cdot p \cdot n_{гд} + (h_0 + H) \cdot g \cdot n_{хв} = (21 + 750) \cdot 3,4 \cdot 4 + (15 + 750) \cdot 7,05 \cdot 2 = 212721 \text{ м}$$

$$\sum G_n = 3000 + 656 + 244 + 13500 + 3500 + 5080 + 212721 = 472521$$

$$\sum G_n = G_{i6} + G_{ip} + G_{ipд} + G_{im} \quad (3.22)$$

$G_{i6} = 5900 \text{ кг} \cdot \text{с}$  - тамыр білігі бар барабанның келтірілген салмағы

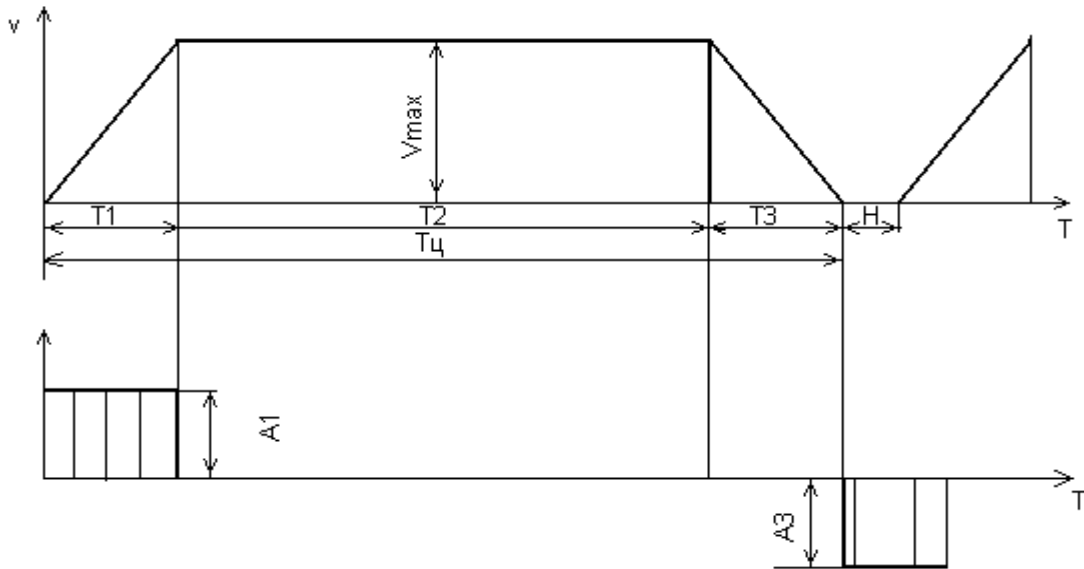
$G_{ip} = 7100 \text{ кг} \cdot \text{с}$  - редуктордың келтірілген салмағы

$G_{ipд} = 2305 \text{ кг} \cdot \text{с}$  - қозғалтқыштың келтірілген салмағы

$G_{im} =$  кері циклдар жоқ.

$$\sum G_0 = 5900 + 7100 + 2305 = 15305 \text{ кгс}$$

$$M = \frac{1}{9,81} \cdot 47252,1 + 15305 = 6376,8 \text{ Н} \cdot \text{с.}$$



Сурет 3.1 - Көтеру тахограммасы

### 3.4 Қозғалатын күштер диаграммасын есептеу және құру

Негізгі теңдеу:

$$F = k \cdot Q - \Delta \cdot (H - 2 \cdot x) + m_c, \quad (3.23)$$

мұндағы,  $F$  - орамада келтірілген қозғаушы күш;

$k = 1,2$ - көтеру қозғалысына кедергі коэффициенті;

$\Delta = (g - p)$ - негізгі және қосымша арқан салмағының айырмашылығы;

$x$ - ковштың өткен жолы;

$m$  - көтерме қондырғының келтірілген салмағы;

Қозғалыс күшінің  $\Delta = -p$  кезіндегі диаграммасын есептеу және құру ,  
онда динамиканың негізгі теңдеуі:

$$F = k \cdot Q + p \cdot (H - 2 \cdot x) + m_c \quad (3.24)$$

Теңгерімсіз көтергіш құрылғыға есептеу:

Жүктеме кезінде:  $x = 0, a = a_1$



$$F_1 = k \cdot Q + p \cdot H + m \cdot a_1 = 1,5 \cdot 3000 + 3,4183 \cdot 750 + 6376,8 \cdot 1,2 \\ = 14715,8 \text{ кг} \cdot \text{с}$$

жеделдету кезеңінің соңында қыстырма орнында  $x = h_1, a = a_1 0$

$$F_2 = k \cdot Q + p \cdot (H - 2 \cdot h_1) + m \cdot a_1$$

$$h_1 = \frac{V_{max}^2}{2 \cdot a} = \frac{6^2}{2,4} = 15 \text{ м}$$

$$h_1 = h_3$$

$$F_2 = 1,5 \cdot 3000 + 3,4183 \cdot (750 - 2 \cdot 15) + 6376,8 \cdot 1,2 = 16417,8 \text{ кг} \cdot \text{с},$$

жеделдету кезеңінің соңында қыстырма орнында  $x = h_1, a = 0,$

$$F_3 = k \cdot Q + p \cdot (H - h_1 \cdot 2)$$

$$F_3 = 1,5 \cdot 3000 + 3,4183 \cdot (750 - 2 \cdot 15) = 69987 \text{ кг} \cdot \text{с},$$

біркелкі қозғалыс кезеңінің соңында қыстырма орнында  $x = h_1 + h_2,$   
 $a = 0$

$$F_4 = k \cdot Q + p \cdot [H - 2 \cdot (h_1 + h_2)]$$

$$h_2 = H - h_1 - h_3 = 750 - 15 - 15 = 720 \text{ м}$$

$$F_4 = 3500 + 3,4183 - (-730) = 4234,4 \text{ кгс}$$

баяулау кезеңінің соңында қыстырма орнында  $x = h_1 + h_2, a = -a_3$   
кезінде

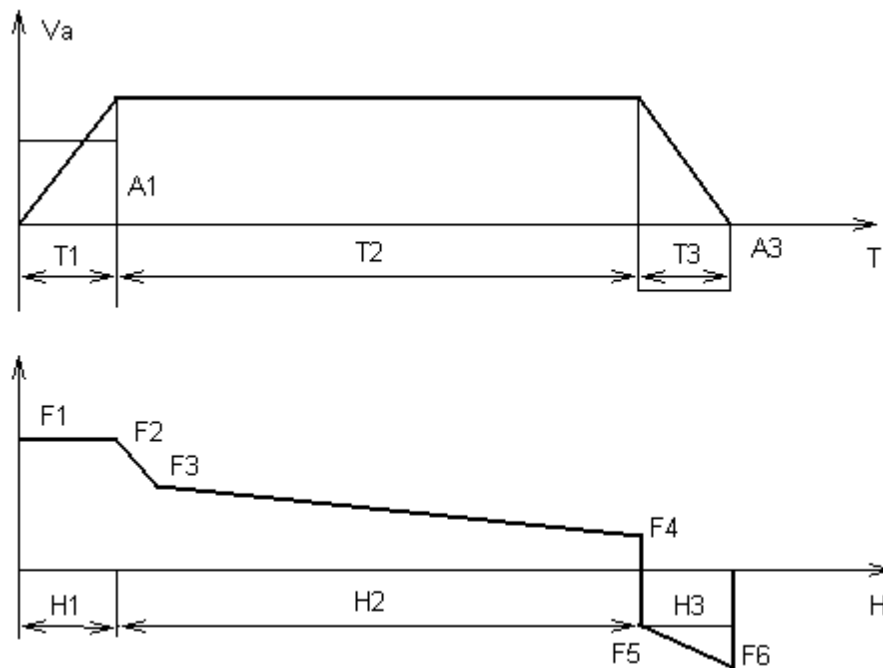
$$F_5 = k \cdot Q + p \cdot [H - 2 \cdot (h_1 + h_2)] - m \cdot a_3$$

$$F_5 = 4234,4 - 76376,8 = -2142,4 \text{ кгс}$$

$x = h_1 + h_2 + h_3, a = -a_3$  кезінде бәсеңдеу кезеңінің соңында қыстырма  
орнында

$$F_6 = k \cdot Q - p \cdot H - m \cdot a_3$$

$$F_6 = 1,5 \cdot 3000 - 3,4183 \cdot 750 - 6376,8 = -4440,5 \text{ кгс}$$



Сурет 3.2 - Қозғаушы күштер диаграммасы

### 3.5 Электр қозғалтқышының қуатын анықтау

Көтергіш қондырғылардың электр қозғалтқышы қозғалтқыштарға белгіленген рұқсат етілген нормалардан аспайтын қалыпты жүктемемен жұмыс істеуі тиіс. Электрқозғалтқыштың жүктемесі бір цикл аралығында үздіксіз өзгеріп отырады. Ол үшін қозғалтқыштан шығатын жылу көлемі де өзгереді. Қозғалтқышты таңдау мәселесі көтерудің бір циклінде жылуды бөлуді, жұмыс режимі кезінде жылудың мәніне тең қосымша жүктемелерді айқындаудан тұрады.

Тиімді жүктеме келесі формула бойынша анықталады:

$$N_{\text{эф}} = \frac{F_{\text{эф}} \cdot V_{\text{max}}}{102 \cdot \eta_p}, \quad (3.25)$$

бұл жерде  $\eta_p = 0,96 \div 0,98$  реттеуіштің ПӘК-і.

Көтергіш электр қозғалтқыштар жұмысының қиын жағдайын ескере отырып, электрқозғалтқыштардың қуатын тиімді мәннен 10-15% - ға артық шегеруге кеңес беріледі.

$F_{\text{эф}}$  тиімді қозғаушы күш;

$$F_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{\sum F^2 \cdot t}{T_{\text{эф}}}} \quad (3.26)$$

$F_{\text{эф}}$  мәнін анықтау кезінде мынаны ескеру қажет:

а) Қозғалтқышқа енгізілген периодтар, бос жүріс және ажыратылған қозғалтқышта механикалық тежеу периодтары есепке алынады;

б) Теңдеусіз жағдайда, бір кезеңде  $F_1$  қозғаушы күші тура бойынша  $F_2$  мәніне дейін төмендейді, жоғарыда көрсетілген теңдеуді  $F_1$  және  $F_2$  арасындағы елеулі айырмашылық ретінде анықтаймыз.

$$(F_1 + F_2 + F_1 + F_2^2) \cdot \frac{t}{3}. \quad (3.27)$$

Егер  $F_1$  және  $F_2$  арасында айырмашылық аз болса, келесі өрнекті аламыз:

$$(F_2^2 + F_1^2) \cdot \frac{t}{2}. \quad (3.28)$$

$T_{эф}$ - номиналды жылдамдықпен айналатын қозғалтқышты көтерудің бір циклінде қоршаған ортаға жылу беру уақыты:

$$T_{эф} = T + \frac{H}{3}. \quad (3.29)$$

Дәл есептеулер үшін

$$T_{эф} = t_2 + \frac{2}{3} \cdot (t_1 + t_3) + \frac{H}{3} \quad (3.30)$$

бұл жерде,  $t_2$ - ең жоғары жылдамдықпен жалпы жұмыс уақыты,  $(t_1 + t_3)$ - үдеудің және баяулаудың жалпы уақыты.

$$F_{эф} = \frac{(F_1^2 + F_2^2) \cdot 0,5 \cdot t_1 + (F_3^2 + F_3 + F_4 + F_2^2) \frac{1}{3} \cdot t_2 + (F_5^2 + F_6^2) \cdot 0,5 \cdot t_3}{t_2 + \frac{2}{3} \cdot (t_1 + t_3) + \frac{1}{3} \cdot H}$$

$$F_{эф} = 5916607 \text{ кгс.}$$

Жүктеменің табылған мәнін рұқсат етілуін тексереміз:

$$J = \frac{F_{max}}{F_{эф}} = \frac{14715}{5916,07} = 2,49, \quad (3.31)$$

бұл жерде,  $F_{max}$ - цикл өту бойынша күштік диаграмма бойынша максималды күш.

Асинхронды қозғалтқыштың артық жүктелу көлемі 2,5 тен аспауы тиіс.

Тиімді қуатты анықтаймыз:

$$N_{\text{эф}} = \frac{F_{\text{эф}} \cdot V_{\text{max}}}{102 \cdot \eta} = \frac{5916,07 \cdot 6}{102 \cdot 0,96} = 380 \text{кВт.}$$

Қозғалтқыштың белгіленген қуаты:

$$N_{\text{орн}} = N_{\text{эф}} \cdot 1,05 = 380 \approx 400 \text{кВт.} \quad (3.32)$$

Электрқозғалтқышты таңдаймыз 4АНК355М4У3

$P_n = 400 \text{кВт}$ - номиналды қуаты,

$U_{1H} = 380/660 \text{В}$ - статордың кернеуі,

$I_{1H} = 414 \text{А}$ - статордың номиналды тогы,

$I_{2H} = 485 \text{А}$ - ротордың номиналды тогы,

$n_0 = 1500 \text{айн/мин}$  - айналу жылдамдығы,

$\eta = 0,94$ - номиналды ПӘК,

$\cos \phi = 0,90$ - қуат коэффициенті,

$U_{2H} = E_{2H} = 505 \text{В}$ - ротордың кернеуі,

$s_k = 7,7\%$ - критикалық сырғу,

$\lambda = 2$ -критикалық моменттің номиналдыққа қатынасы.

#### 4. Электржетектің негізгі элементтерін таңдау және есептеу

Негізгі деректер:

Электрқозғалтқыш-4АНК355М4У3

$P_n = 400 \text{кВт}$ - номиналды қуаты,

$U_{1H} = 380/660 \text{В}$ - статордың кернеуі,

$I_{1H} = 414 \text{А}$ - статордың номиналды тогы,

$I_{2H} = 485 \text{А}$ - ротордың номиналды тогы,

$n_0 = 1500 \text{айн/мин}$  - айналу жылдамдығы,

$\eta = 0,94$ - номиналды ПӘК,

$\cos \phi = 0,90$ - қуат коэффициенті,

$U_{2H} = E_{2H} = 505 \text{В}$ - ротордың кернеуі,

$s_k = 7,7\%$ - критикалық сырғу,

$\lambda = 2$ -критикалық моменттің номиналдыққа қатынасы

#### 4.1 Басқарылмайтын түзеткіш

1. Түзеткіштің максималды электр қозғаушы күші (ЭҚК) :

$$E_{2d} = 1,35 \cdot E_{2H} \cdot s_{\text{max}} \quad (4.1)$$

мұнда  $s_{\text{max}}$ - көтергіш құрылғыға арналған МДП жұмысы кезінде максималды сырғу.

2. Реттеуші вентильдердегі қайталанатын кернеу

$$u_n = K_{u3} \cdot \sqrt{2} \cdot E_{2H} = 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot 505 = 1000B \quad (4.2)$$

мұнда  $K_{u3} = 1,4$ - кернеудің қор коэффициенті.

3. Максималды ток мәні:

$$I_{2max} = 2I_{1max} = 2 \cdot 485 = 970 A. \quad (4.3)$$

4. Максималды өзгертілген ток:

$$I_{2dmax} = \frac{I_{2max}}{K_{cx1}} = \frac{970}{0,81} = 1197 A, \quad (4.4)$$

мұндағы,  $K_{cx1} = 0,81$ - ток бойынша сұлба коэффициенті.

5. Вентиль арқылы өтетін токтың орташа мәні:

6.

$$I_{2dcp} = \frac{I_{2dmax}}{K_{cx1}} = \frac{1197}{3} = 399 A, \quad (4.5)$$

мұндағы,  $I_{2dmax}$  максималды өзгертілген ток.

7. Вентильге рұқсат етілген ток ( $K_{I3} = 1,1$  токтың қор коэффициенті):

8.

$$I_n = K_{I3} \cdot K_{cx} \cdot K_{сал} \cdot I_{2dcp} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 399 = 531 A, \quad (4.6)$$

мұндағы,  $K_{cx} = 1,1$  сұлба коэффициенті ,

$K_{сал} = 1,1$  кезінде мәжбүрлі салқындату,  $V_{сал} = 12\text{м/с}$ .

$I_n$  және  $U_n$  алынған деректер бойынша орнату үшін Д105-630 15 классты, диодты таңдаймыз,  $I_n = 630A$ ,  $U_n = 1500B$

#### **4.2 Тура байланыстары бар жиілікті түрлендіргіш элементтерін есептеу және таңдау**

Вентильдерді қосудың ең тиімді сұлбасы-үшфазалы көпірлік сұлба. Трансформатордың екінші орамының жұлдызды қосылуы кезіндегі негізгі параметрлер:

$K_n = 0,47$ - көпір сұлбасының коэффициенті,

$$\frac{E_{d0}}{E_{2\phi}} = 34,2,$$

$K_{сұл} = 0,81$ - ток бойынша сұлба коэффициенті,

$$\frac{U_n}{E_{d0}} = 0,45.$$

1. Трансформатордың кернеуі :

$$E_{2\phi} = K_{и} \cdot K_c \cdot K_a \cdot E_{и} = 0,47 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 681 = 336 \text{ В}, \quad (4.7)$$

$K_{и}$  - көпір сұлбасының коэффициенті;

$K_c = 1,1$ - желі кернеуінің төмендеуін ескеретін коэффициент (желі кернеуінің 10%-ға төмендеуі кезінде);

$K_a = 1,1$ - вентильдердің ашылуын ескеретін коэффициент.

2. Қозғалтқыштың номиналды жүктемесі кезінде трансформаторлардың қайталама орамдарына әсер ететін фазалық токтың мәні.

$$I_{2\phi} = I_{2H} = 485 \text{ А}. \quad (4.8)$$

3. Трансформатордың есептік қуаты:

$$S_{mp} = 3 \cdot E_{2\phi} \cdot I_{3H} = 3 \cdot 336 \cdot 485 = 488,8 \text{ кВ} \cdot \text{А}. \quad (4.9)$$

РОТМ-250/0,5-УХЛ4 типті екі трансформаторды қабылдаймыз

$$S_{Tp} = 500 \text{ кВ} \cdot \text{А}, U_{1H} = 380 \text{ В}, E_{2\phi} = 220 \text{ В}, \Delta P_k = 10000 \text{ Вт}, \\ \Delta P_{xx} = 3800 \text{ Вт},$$

$$K_m = \frac{660}{380} = 1,72$$

$$I_1 = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{1H}} = \frac{500000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 759 \text{ А}$$

$$I_2 = K_m \cdot I_1 = 1,72 \cdot 759 = 1306 \text{ А}$$

$$U_k = 5\%, I_{xx} = 66 \text{ А}$$

4. Суыту кезінде және ток қорын есепке ала отырып токтың рұқсат етілген мәні:

$$I_n = K_{3I} \cdot K_{cx} \cdot I_{cp} = 1,1 \cdot 1,05 \cdot 399 = 461 \text{ А}, \quad (4.10)$$

мұндағы,  $I_{cp} = I_{2dcp}$ .

5. Қайталанатын кері кернеудің амплитудасы:

$$U_n = K_{zu} \cdot \sqrt{2} \cdot E_{2\phi} = 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot 336 = 665 \text{ В}, \quad (4.11)$$

мұндағы,  $K_{кор} = 1,4$ - кернеу бойынша қор коэффициенті 6Т-500 класты тиристорды орнатуға қабылдаймыз.

## 5. Тұйықталған жүйенің сипаттамаларын есептеу және құру

### 5.1 Қос қоректену механизмінің табиғи механикалық сипаттамасын есептеу және құру

1. Қозғалтқыштың номинальды моменті:

$$M_H = \frac{9550 \cdot P_H}{n_H} = \frac{9550 \cdot 400}{1463} = 2546 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (5.1)$$

2. Бос жүріс жылдамдығы:

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1}, \quad (5.2)$$

$$\text{мұндағы, } n_0 = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ айн/мин}$$

3. Қозғалтқыштың номинальды жылдамдығы:

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 1470}{30} = 153 \text{ с}^{-1}. \quad (5.3)$$

4. Номиналды сырғу:

$$S_H = \frac{(\omega_0 - \omega_H)}{\omega_0} = \frac{(157 - 153)}{157} = 0,02. \quad (5.4)$$

5. Қозғалтқыш білігіндегі критикалық момент:

$$M_k = \lambda \cdot M_H = 2 \cdot 2546 = 5197 \text{ Н/м}, \quad (5.5)$$

$r_1$  және  $r_2$  мәнінің үлкен қуаты бар қозғалтқыштарда жоғары, сондықтан Клосс формуласын таңдаймыз және негізгі сипаттамаларды өткіземіз:

$$M = \frac{2 \cdot M_k}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}. \quad (5.6)$$



Табиғи сипаттаманы есептеу және құру MathCad Pro – 2000 бағдарламасы бойынша жүргізілді. Табиғи сипаттаманы есептеу және құру 5.1 суретте келтірілген.

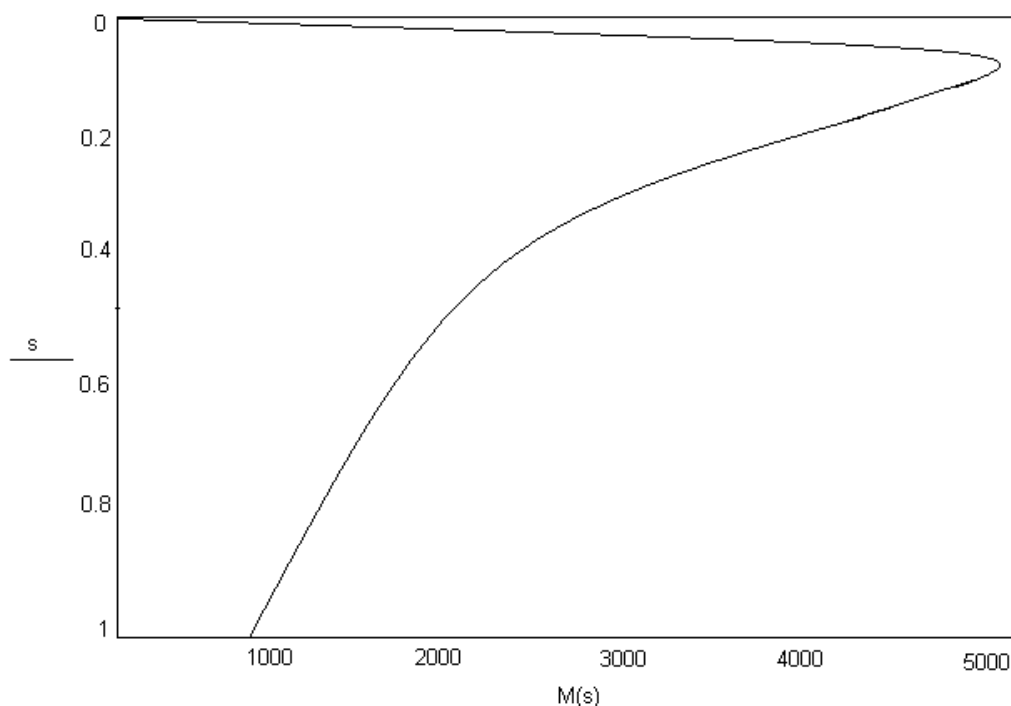
6. Роторға келтірілген қозғалтқыш фазасының индуктивті кедергісі:

$$X_p = \frac{E_{2H}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot \lambda \cdot M_H} = \frac{505^2}{2 \cdot 157 \cdot 2 \cdot 2598} = 0,156 \text{ Ом.} \quad (5.7)$$

7. Ротордың бір фазасында активті кедергі:

$$r_1 = \frac{U_{1H} \cdot s_H}{\sqrt{3} \cdot I_{1H}} = \frac{380 \cdot 0,02}{\sqrt{3} \cdot 414} = 0,130 \text{ м,} \quad (5.8)$$

мұндағы,  $U_{1H} = 380 \text{ В}$ - қозғалтқыш статорының кернеуі,  
 $s_H = 0,02$  қозғалтқыштың номиналды сырғуы,  
 $I_{1H} = 414 \text{ А}$  статордың номиналды тогы



Сурет 5.1 – Табиғи механикалық сипаттамасы

Ротор кернеуінің әртүрлі мәндері кезіндегі жасанды сипаттама

8. Ротор орамдарының активті кедергісі:

$$r_1 = \frac{105 \cdot M_H \cdot s_H}{I_{2H}^2 \cdot 2p} = \frac{150 \cdot 2598 \cdot 0,02}{485^2 \cdot 4} = 0,00720 \text{ м,} \quad (5.9)$$

мұндағы,  $M_H = 2598 \text{ Н/м}$  - қозғалтқыштың номиналды моменті,

$I_{2H} = 485 \text{ А}$  - ротордың номиналды тогы.

9. Қозғалтқыштың трансформация коэффициенті:

$$K_{\text{тр.дв}} = \frac{U_{1H}}{E_{2H}} = \frac{380}{505} = 0,752. \quad (5.10)$$

10. Роторға келтірілген статор орамдарының активті кедергісі:

$$r_1' = \frac{r_1}{K_{\text{тр.дв}}} = \frac{0,02}{0,752} = 0,03. \quad (5.11)$$

11. Трансформатордың трансформация коэффициенті:

$$K_m = \frac{U_{1H}}{E_{2\phi}} = \frac{380}{220} = 1,72. \quad (5.12)$$

12. I - орамның активті кедергісі

13. Трансформатор фазасының индуктивті кедергісі:

$$X_T = \frac{U_{k\%} \cdot U_{1\phi}}{100 \cdot I_{1H} \cdot K_T^2} = \frac{5 \cdot 220}{100 \cdot 759 \cdot 1,72^2} = 0,0048 \text{ Ом}, \quad (5.14)$$

мұндағы,  $U_{k5\%} = 5\%$  тәуелді инверторлы трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі,  $I_{1H} = 759 \text{ А}$  трансформатордың I орамының тогы.

14. Трансформатордың индуктивтілігі:

$$L_T = \frac{X_T}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{0,0048}{314} = 0,0064 \text{ Ом}. \quad (5.15)$$

15. Түрлендіргіштің активті кедергісі:

$$R_{\Pi} = 2 \cdot r_T + \frac{3 \cdot X_T}{\pi} = 0,0019 + \frac{3 \cdot 0,0048}{3,14} = 0,0064 \text{ Ом}. \quad (5.16)$$

16. Тегістейтін дроссельдің индуктивті кедергісі:

$$L_{\text{сд}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}. \quad (5.17)$$

17. Қозғалтқыштың кедергісі:

$$R_{\text{қоз}}(s) = 2 \cdot r_2 + 2 \cdot r_1 \cdot s + \frac{3 \cdot X_p \cdot s}{\pi} \quad (5.18)$$

$$R_{\text{қоз}}(s) = 2 \cdot 0,0072 + 2 \cdot 0,013 \cdot s + \frac{3 \cdot 0,156 \cdot s}{\pi} = 0,0144 + 0,75 \cdot s,$$

қозғалтқыш кедергісі  $s$  сырғуға тәуелді болады.

18. Кедергінің жиынтық құраушысы:

$$R_{\Sigma}(s) = R_n + R_{\text{дв}} + R_{\text{сд}} = 0,0064 + 0,0144 + 0,75 \cdot s \quad (5.19)$$

$$= 0,0208 + 0,175 \cdot s,$$

мұндағы,  $R_n = 0,0064$  Ом түрлендіргіштің кедергісі,  $R_{\text{қоз}}(s) = 0,0144 + 0,175 \cdot s$  - сырғу функциясы бойынша қозғалтқыш кедергісі,  $L_{\text{сд}} = 0,0015$  Гн - тегістейтін дроссельдің индуктивтілігі.

## 5.2 Қос қоректену механизмінің жасанды механикалық сипаттамасын есептеу және құру

АҚ моменті электромагниттік қуатқа пропорционалды:

$$M = \frac{P_{\text{эм}}}{\omega_0} \quad (5.20)$$

Сырғанау қуаты:

$$P_s = 3 \cdot E_{2K} \cdot s \cdot I_2 \cdot \cos \delta. \quad (5.21)$$

Электромагниттік қуаттың бір бөлігін сырғуға пропорционал құрайды :

$$P_s = P_{\text{эм}} \cdot s, \quad (5.22)$$

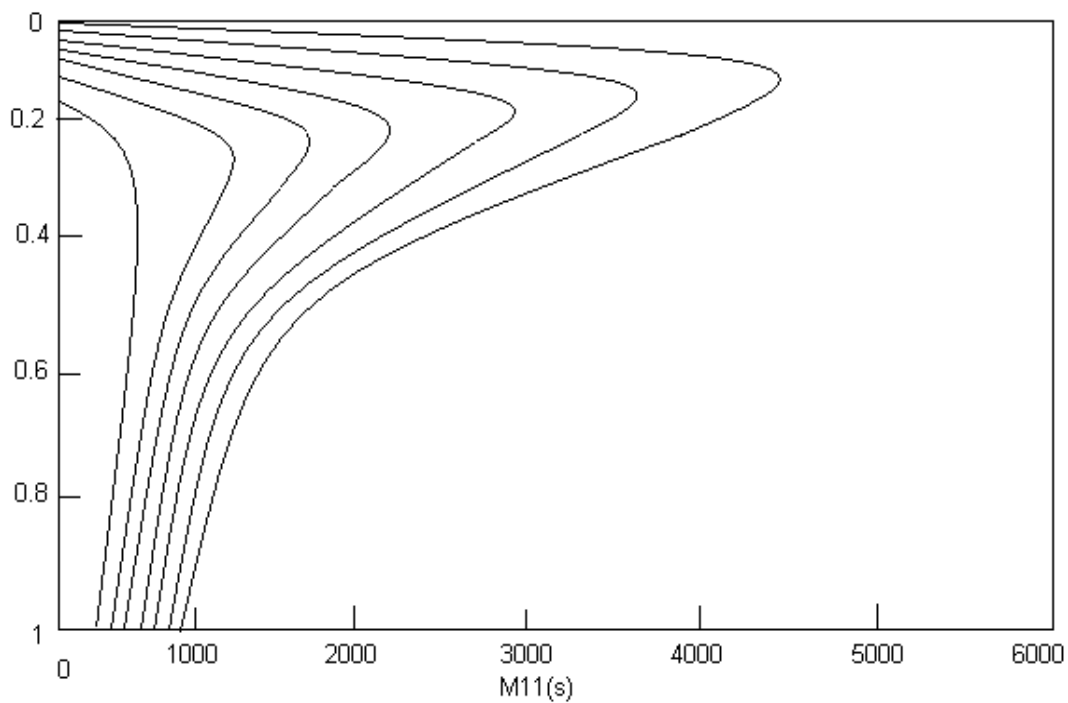
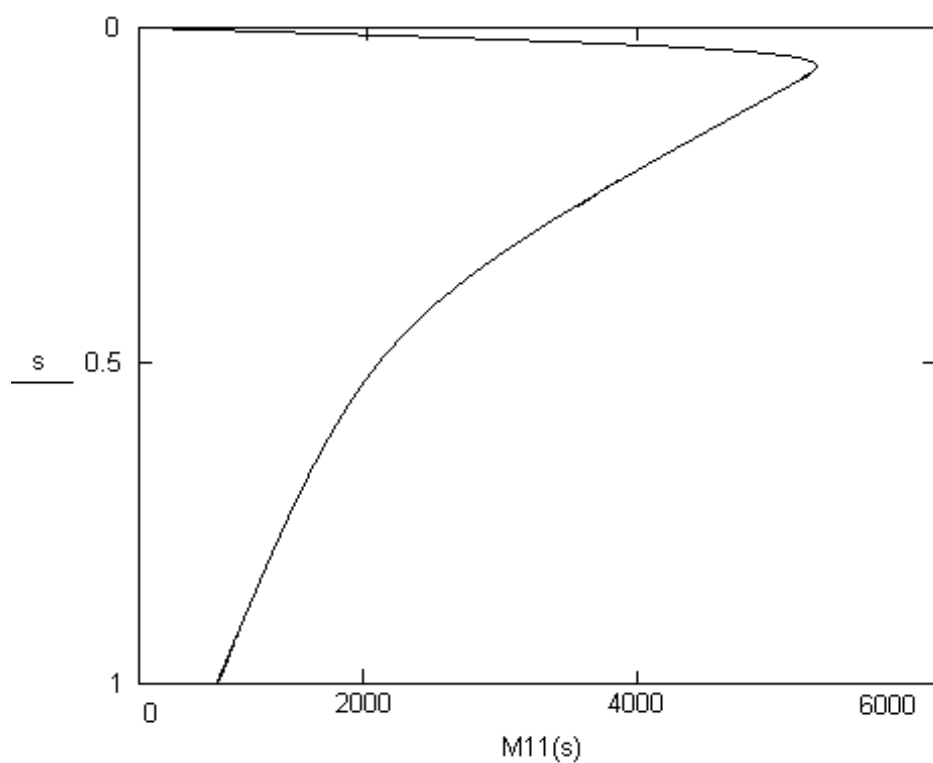
Мұнан шығатыны,

$$M = \frac{P_s}{\omega_0 \cdot s} = \frac{3}{\omega_0} \cdot E_{2K} \cdot I_2 \cdot \cos \delta. \quad (5.23)$$

Қос қоректену механизмінің жасанды механикалық сипаттамасын есептеу және құру MathCad Pro – 2000 бағдарламасы бойынша жүргізіледі.

$u2 := 0,000007$ ,  $b2 := 45 \cdot \text{deg}$

$$M11(s) = \left[ \frac{2 \cdot Mk \cdot (1 + a \cdot sk)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot a \cdot sk} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{u2}{s} \cdot \left( \cos(b) + \frac{s}{s_k} \cdot \sin(b) \right) \right]$$



Сурет 5.2 - Өртүрлі кернеу кезіндегі ротордың жасанды механикалық сипаттамалары

## **6. Қос қоректену механизмінің тұйықталған жүйесінің сипаттамаларын есептеу және құру**

### **6.1 Тұйық жүйелердің сипаттамасы**

Қозғалтқышты автоматты басқару жүйесін құру кезінде басқару үшін ұқсас нұсқалар ескеріледі. Мұндай қозғалтқыштарда қозудың тұрақты толқынында момент зәкірь тогына пропорционалды болады, және жетекті басқару реттеу жүйелерін басқару үшін жеткілікті сапалы және қарапайым болады. Сондай-ақ тұрақты ток қозғалтқышымен салыстырғанда айнымалы ток қозғалтқыштары басқару үшін бірқатар мүмкіндіктері бар.

Тұрақты ток машиналарымен салыстырғанда ауыспалы ток қозғалтқышын басқару әлдеқайда қиын:

Қозғалтқыш моменті статор мен қозғалтқыш роторының электромагниттік параметрлерін жалпы векторлық көбейтумен анықталады ;

Қозғалтқыштың әрбір фазасының тогы машинаның параметрлерімен және фазадағы кернеумен ғана емес, сонымен қатар ротор мен статор фазалары тогының қалған мәндерімен анықталады.

Айнымалы токтың электр жетегінде тек активті қуат туралы мәселе ғана емес, сонымен қатар қозғалтқышты жақсартылған пайдалану үшін негізгі толқынды реттеу туралы мәселелер де анықталады.

АБЖ (автоматты басқару жүйесі) айнымалы токтың электр жетектерін қою кезінде жоғарыда көрсетілген параметрлерді есепке алу қажеттілігі реттеу жүйесін құруға алып келеді.

### **6.2 Тиристорлық түрлендіргіштерді беру функциясының параметрлерін есептеу**

Импульстік-фазалық басқару жүйелері (ИФБЖ) шығыс мәні-реттеуіш импульстерінің реттеу бұрышы, ал кіріс мәні-басқарудың ұқсас және сандық сигналы. ИФБЖ кіріс және шығыс арасындағы өзара байланыс фазалық сипаттама деп аталады.

Тиристорлық түрлендіргіштің екі буыны бар. Оның біреуі  $\beta$  бұрышының косинусойдтық функциясымен, ал екінші арккосинусойдтық немесе сызықтық кернеу функциясымен анықталады. Сондықтан сипаттама кері байланыс және ИФБЖ сипаттамасы бойынша анықталады

1. Түрлендіргіштің шығыс кернеуі:

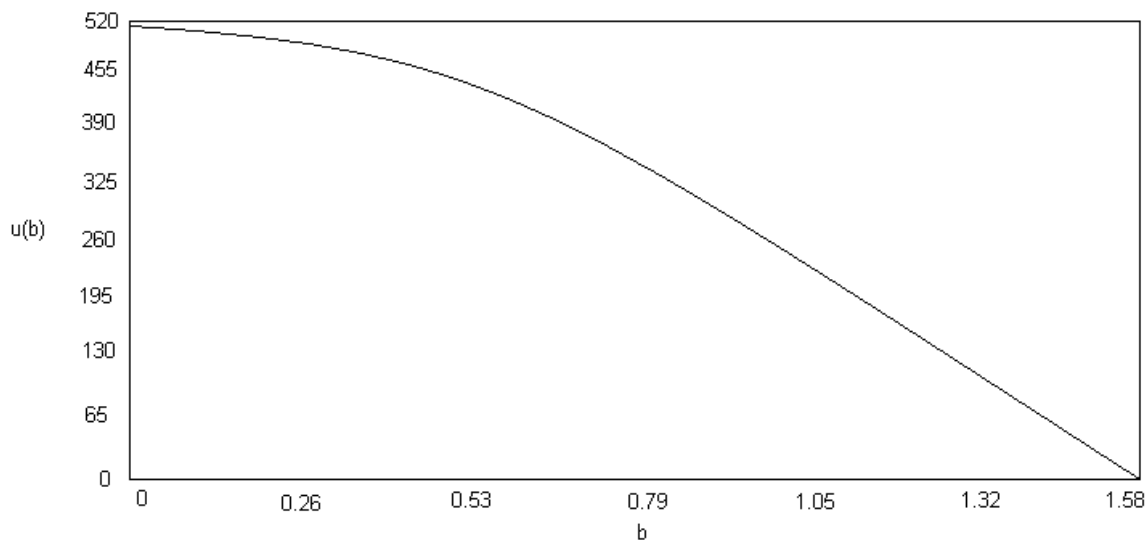
$$E_{и} = 2,34 \cdot E_{эф} \cdot \cos\beta = 2,34 \cdot 220 \cdot \cos\beta, \quad (6.1)$$

мұндағы,  $\beta = 0 - 90^\circ$  бұрыштың мәнін таңдаймыз.  $E_{жт}$  мәнін 6.1 кестеден таңдаймыз.

Кесте 6.1

$\beta$	0	15	30	45	60	75	80	90
$E_{жт}$	515	497	446	364	257,5	133,3	89	0

$\beta = 0 - 90^\circ$ ,  $U_{max} = 10\text{В}$  таңдалынды.



Сурет 6.1 – Статикалық сипаттама  $E_{И} = f(\beta)$

$$K_{\Pi} = \frac{\Delta\beta}{\Delta U_y} = \frac{\beta_{max}}{\Delta U_{y_{max}}} = \frac{90}{10} = 9. \quad (6.2)$$

2.  $E_{И} = f(\beta)$  сызықтық учаскеде  $\Delta\beta = 45^\circ$  сипаттаманы таңдаймыз және  $\Delta E = 364\text{В}$  мәнін анықтаймыз.

3. Түрлендіргіштің берілу коэффициентін табамыз:

$$K_{\Pi} = \frac{\Delta E \cdot 9}{\Delta\beta} = \frac{364 \cdot 9}{45} = 72,8. \quad (6.3)$$

### 6.3 Жылдамдықтың параметрлерін және ток түзеткішін есептеу

Уақыт бойынша баламалы уақыт тұрақтысы:

$$T_{\text{экв}} = \frac{L_s \cdot L_r}{r_1 \cdot L_r + r_2 \cdot L_s} \quad (6.4)$$

$$T_{\text{экв}} = 0,405.$$

Жүктеме бойынша эквиваленттік коэффициент:

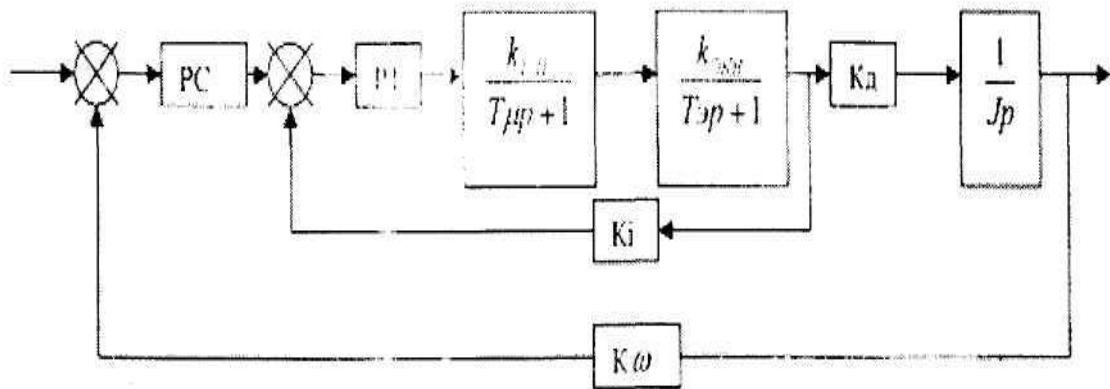
$$k: = \frac{K_r}{r_1} = 0,063, \quad (6.5)$$

$K_{\Pi} = 73$  түрлендіргіш коэффициенті,  
 $K_{\Pi} = 73$  ток бойынша кері байланыс коэффициенті,  
 $K_{\omega} = 0,063$  жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті.  
 Жиілік түрлендіргішінің тұрақты уақытын:

$$T_{\mu} = \frac{1,5}{K_{\omega}} \omega_0 = 314 c^{-1}, \quad (6.6)$$

және көпірлік сұлбаның уақытын анықтау:

$$T_{\mu} = 0,8 \cdot 10^{-3} c. \quad (6.7)$$



Сурет 6.2 - Жылдамдықты реттеу арнасының құрылымдық сұлбасы

PC – жылдамдықты реттегіші; PT – ток реттегіші.

6.2 суретте көрсетілгендей сұлбасы жеңілдетілген құрылымын жылдамдығын реттеу каналына қаралатын жүйесі. Реттелетін объектінің тапсырылатын функциясы (тиристорлы конвертер-қозғалтқыш):

$$W_{062}(p) = \frac{K_{\Pi} \cdot K_{\omega} \cdot K_1}{(T_{\Pi\Pi} + 1) \cdot (T_{\omega P} + 1)} = \frac{73 \cdot 0,0625 \cdot 0,0083}{(0,01p + 1) \cdot (0,405p + 1)} \quad (6.8)$$

$$K_{\omega} = \frac{K_r}{r_1},$$

мұндағы,  $K_{\Pi}$ - тиристорлық түрлендіргіштің күшейту коэффициенті;  
 $K_{\Pi}$ - статор тогы бойынша кері байланыс коэффициенті.

Ток реттегішін беру функциясы:

$$W_{PT}(p) = \frac{(T_3 p + 1)}{\kappa_{II} \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_i \cdot 2 \cdot T_{np}} = \frac{(0,405p + 1)}{73 \cdot 0,0625 \cdot 0,0083 \cdot 2 \cdot 0,01p} \quad (6.9)$$

$$= \frac{(0,405p + 1)}{0,000757p}$$

Жабық ішкі контурды беру функциясы:

$$W_{P1}(p) = \frac{1}{2 \cdot T_{np} \cdot (T_{пп} + 1)} = \frac{1}{2 \cdot 0,01p + 1} = \frac{1}{0,0002p + 0,02} \quad (6.10)$$

Ажыратылған ішкі контурды беру функциясы:

$$W_{31}(p) = \frac{1}{2 \cdot T_{np} \cdot (T_{пп} + 1) + 1} = \frac{1}{2 \cdot 0,01p \cdot (0,001p + 1) + 1} \quad (6.11)$$

$$= \frac{1}{0,0002p + 0,02}$$

$$W_{31}(p) \approx \frac{1}{(2 \cdot T_{np} + 1)} = \frac{1}{2 \cdot 0,01p + 1} = \frac{1}{0,02p + 1} \quad (6.12)$$

Сыртқы контурды реттеу объектісін беру функциясы:

$$W_{об2} = \frac{1}{2T_{пп} + 1} = \frac{1}{\kappa_i} = \frac{1}{jp} \cdot k\omega = \frac{1}{0,02p + 1} = \frac{1}{0,0083} = \frac{1}{4,5p} \cdot 0,063. \quad (6.13)$$

Функция беру жылдамдығын реттеу келесідей білінетін болады:

$$W_{рс}(p) = \frac{(8T_{np} + 1) \cdot j \cdot ki}{8T_{np} \cdot k\omega \cdot 4T_{II}} = \frac{(8 \cdot 0,01p + 1)4,5 \cdot 0,0083}{8 \cdot 0,01p \cdot 0,063 \cdot 4 \cdot 0,01} \quad (6.14)$$

$$= \frac{0,00298 + 0,0373}{0,0002016p}$$

Қозғалтқыштың құрылымдық коэффициенті:

$$C_M = \frac{\left( E_{2H} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot I_{нд} \cdot X_3 \right)}{\omega_0} = 1,35 \cdot \frac{\left( 505 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 414 \cdot 0,078 \right)}{157} = 4,099. \quad (6.15)$$

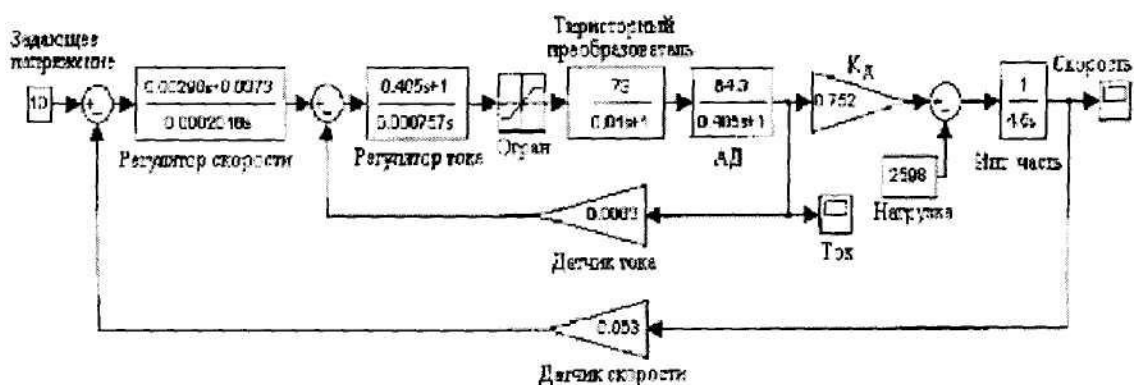
Механикалық тұрақты уақыт:



$$T_M = \frac{j \cdot R_3}{C^2} = \frac{45 \cdot 0,063}{4,099^2} = 0,0168\text{с.} \quad (6.16)$$

#### 6.4 Қос қоректендіру машинасының құрылымдық сұлбасын модельдеу

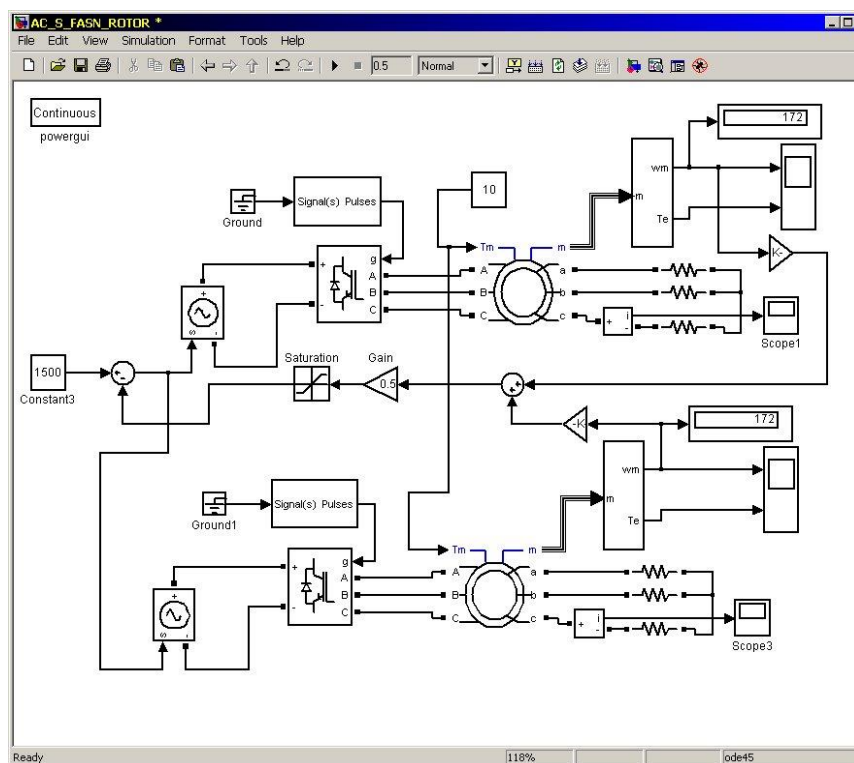
"MathLab" бағдарламасы арқылы моделді құру арқылы құрылымдық сұлбаның барлық элементтерін анықтауға және құруға болады. МПД (Қос қоректендіру машиналары) сұлбасының динамикалық сипаттамаларын зерттеу осы бағдарламада жүргізіледі. Әдетте барлық динамикалық құрамдастар Simulink мәзірінде көрсетіледі. Бұл динамикалық құраушылар бағдарлама кітапханасында орналасқан. "Қайнар көз" (Sources) бөлімінде тұрақты ток, "Тұтынушы"(Sinks) бөлімінен осциллограф, күшейткіштер, инерциялық, толқытатын, интеграциялайтын, дифференциялайтын құрауыштарды "Сызықтық" (Linear) бөлімінен аламыз, ал барлық сызықты емес элементтерді "Сызықты емес" (Nonlinear) - бөлімінен аламыз. 6.3-суретте ҚҚМ (қос қоректендіру машиналары) құрылымдық сұлбасының моделі көрсетілген.



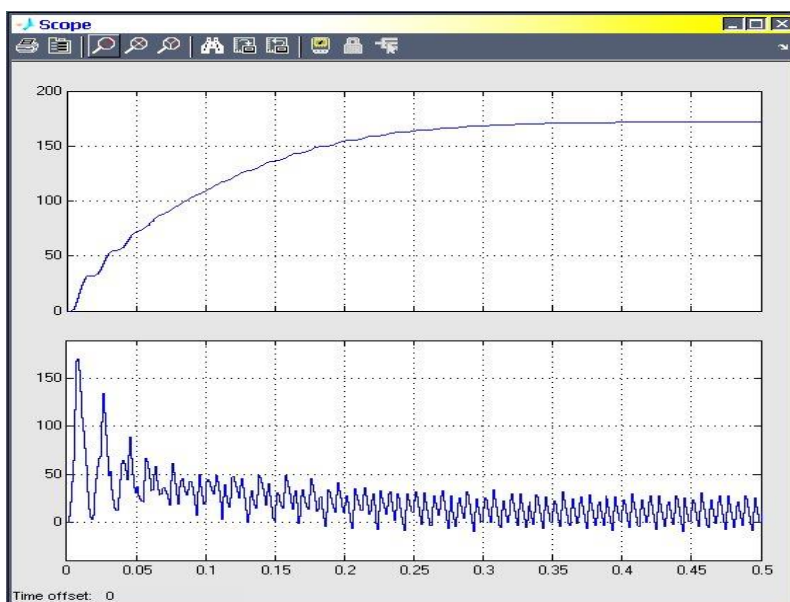
Сурет- 6.3 Қос қоректендіру машиналары құрылымдық сұлбасының моделі

1. Кернеу мәні  $U_3 = 10V$ .
2. Жылдамдықты реттеу функциясы:  $W(p) = \frac{0,00296+0,0373}{0,0002015}$ ;
3. Токты реттеу функц
4. иясы:  $W(p) = \frac{0,405p+1}{0,000757p}$ ;
5. Түрлендіргіш функциясы:  $W(p) = \frac{73}{0,01p+1}$ ;
6. Қозғалтқышты беру функциясы:  $W(p) = \frac{64,3}{0,405p+1}$ ;

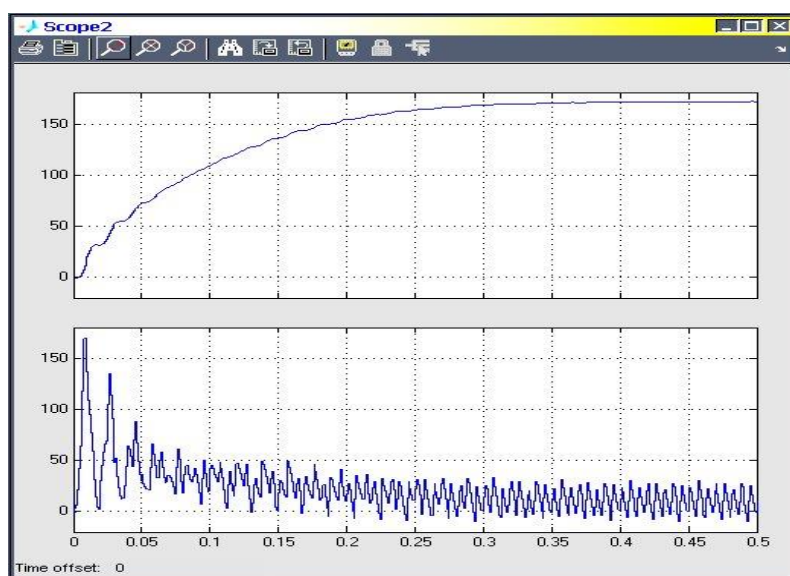
7. Қозғалтқыштың коэффициенті:  $K_d = 0,752$ ;
8. Қозғалтқыштың интегралды бөлігі:  $W(p) = \frac{1}{4,5p}$ ;
9. Ток датчигінің беру функциясы:  $W(p) = 0,0083$ ;
10. Жылдамдық датчигінің беру функциясы:  $W(p) = 0,0063$ ;
11. Жүктеме өлшемі:  $M \leftrightarrow_c = 2598H \cdot m$



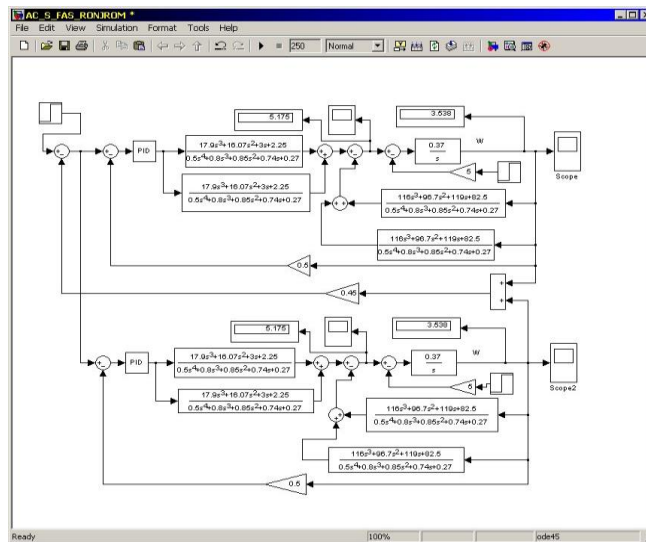
Сурет 6.4 – Екі қозғалтқышты асинхронды электр жетегінің моделі



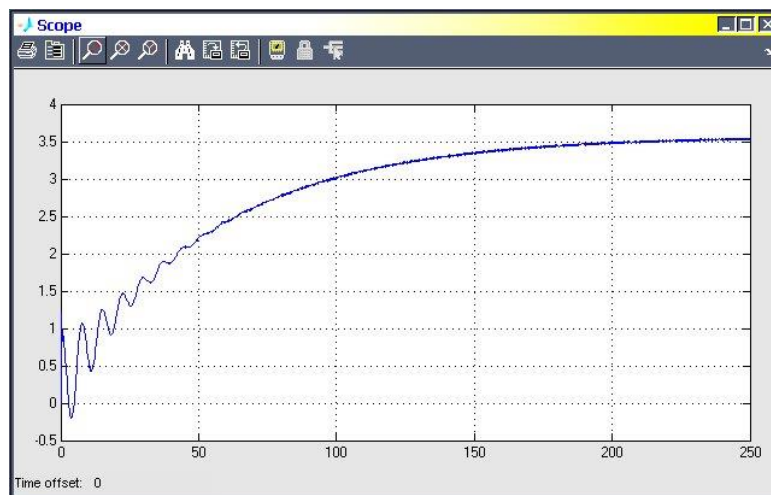
Сурет 6.5 – Бірінші қозғалтқыштың жылдамдық және момент бойынша өтпелі үрдістері



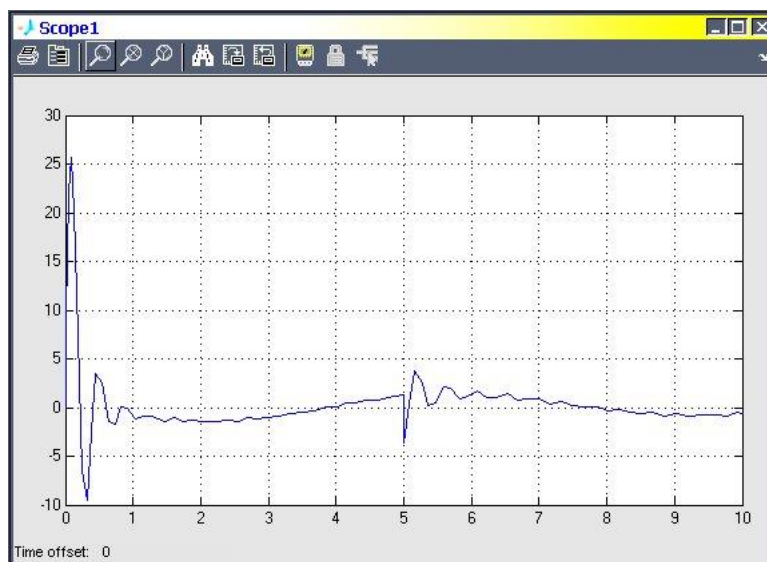
Сурет 6.6 – Екінші қозғалтқыштың жылдамдық және момент бойынша өтпелі үрдістері



Сурет 6.7 - Фазалы роторлы қозғалтқыштың моделі



Сурет 6.8 - Қозғалтқыштың өтпелі үрдісі



Сурет 6.9 – Момент бойынша өтпелі үрдіс

## 7 Өміртіршілік қауіпсіздігі

### 7.1 Шахталық көтергіш механизм машинасының учаскелерінде еңбекті қорғау талаптарын талдау

Шахталық көтергіш құрылғы қондырғылардың, кендердің және басқа да жүктемелердің қозғалуына арналған.

Номиналды қуаты  $P_n = 400$  кВт

Номиналды кернеу  $U_n = 380$  В

А статорының тогы  $I = 400$  А

Синхронды жылдамдық  $n = 1500$  айн / мин

ПӘК  $\eta = 90,5$ ,  $\cos \varphi = 0,90$

Қондырғы кем дегенде 3 адам болатын қауіпті және зиянды факторлары бар шахталық көтергіш механизмінде (20м x 16м x 10м) орналасқан.

Шахталық көтергіш механизм үшін электржетек жерге орнатылады. Сонымен қатар, жабдықты жобалау алдында алдын ала сақтық шараларын қарастыру қажет. Еңбекті қорғауды қамтамасыз ету үшін ауаның, жарықтандырудың, шу мен дірілдің жай-күйі қарастырылады.

Қарастырылатын мәселелер:

1. Аймақтағы машинаның шуын есептеу;
2. Өндірістегі шу мен дірілден қорғау әдістері;
3. Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Аймақтағы машинаның еңбек талаптары өндірістік және санитарлық талаптарға сәйкес келеді. Қыс мезгіліндегі температура 17-20° С, жылы уақытта 20-23°С .

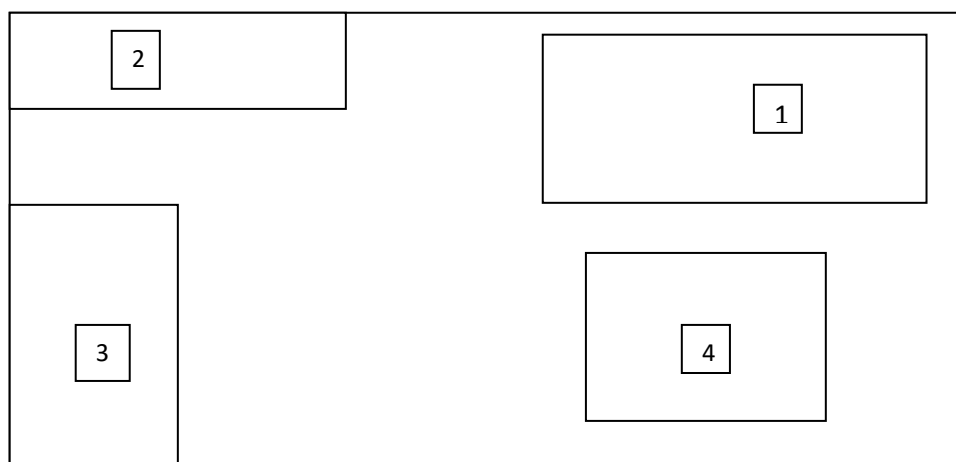
Салыстырмалы ылғалдылығы 60–40%, ал ауа жылдамдығы 0,2 және 0,3 м/с.

7.1 кесте – Орташа күрделілік дәрежесі бар жұмыс аймағы үшін ауа жылдамдығының салыстырмалы ылғалдылықтың, температураның нормалары

Уақыт кезеңі	Температура, °С	Салыстырмалы ылғалдылық, %	Ауа жылдамдығы, м / с
Суық	18 – 20	60 – 40	0,2
Жылы	21 – 23	60 – 40	0,3

Табиғи жарықтан бөлек, жарық толқыны 18600 лм – 24 шамға (12 шам) тең болады.

Адам үшін машина бөлмесіндегі шу (механикалық және электромагниттік) ең үлкен және қауіпті фактор болып табылады. Сондай-ақ машина бөлмесінде шу шығаратын қосымша машиналар мен қондырғылар болғандықтан қауып-қатер электрден де бар.



1 - шахталық көтергіш механизм; 2 - зімпара; 3 - компрессор;  
4 - термопласт автоматы.

Сурет 7.1 – Шахталық көтергіш механизмінде электр қондырғыларының машинада орналасуы

## 7.2 Шахталық кәсіпорында электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электроэнергия энергияның ең көп таралған түрі. Сондықтан да электр қауіпсіздігіне көп көңіл бөлінеді. Қызметкерлердің электр энергиясынан жарақаттануын болдырмау мақсатында электр қауіпсіздігі талаптары бойынша төмендегілерді сақтау керек:

1) Электр жабдықтарында жүргізілетін токтың барлық бөліктері арнайы штаттағы қоршаулармен қоршалуы қажет, сондай-ақ бөтен адамдар үшін тыйым салынған орындарда орналасуы тиіс;

2) Барлық жұмыстар наряд бойынша жүзеге асырылып, электр қорғау құрылғылары қолданылуы тиіс;

3) Кәбілдік сымдар кәбілдік құбырлар, кәбілдік арналар бойынша жүргізілуі тиіс;

4) Жөндеу жұмыстары кезінде ашық отты уақытша пайдалануға тыйым салынып, төмен вольтты шамдарды пайдалануға рұқсат етіледі;

5) Барлық коммутациялық аппараттар мен ақпараттық қондырғылар арнайы қалқандар мен пульттерде болуы тиіс;

6) Барлық электр қондырғылары үшін кедергісі 4 Ом аспайтын жерге тұйықтау желілері қарастырылған.

Электр қондырғылары пайдалану кезінде немесе алдын алу жұмыстары кезінде үлкен қауіп төндіреді, өйткені адам кернеуде тұрған құрылғылардың бөліктеріне жанасуы мүмкін. Токөткізгіш бөліктердің жанасуының амплитудасы адамның денесінен өтетін ток мәнімен анықталады. Өртті болдырмау үшін токтың бір-бірінен басқа желіге тек қоршалған ток қабылдағыштар арқылы берілуін қамтамасыз ету қажет. Электр сымдары қоршауының кедергісі кез келген учаскеде 0,5 мОм тең болуы тиіс. Бұл электр қауіпсіздігіне қойылатын негізгі талап. Пайдалану кезінде шаңның, ылғалдылықтың, температураның және басқа да факторлардың әсеріне байланысты қоршау жарамсыз болуы мүмкін, бұл электр қауіпіне және өртке әкеледі. Сондықтан кез келген жабдық кернеуге қосар алдында толығымен қарап, электр сымдарының қоршауларын тексеру қажет. Электр қондырғылары мен бөліктерінің қоршауын пайдалану кезінде ылғалды ортада жылына 2 рет, құрғақ жерде жылына 1 рет бақылаудан өтеді.

Қоршаулар болат торлар, есігі бар толық қалқандар немесе қораптар болуы мүмкін. Кернеуі 1000 В артық болған кезде тұтқаларды пайдалануға рұқсат етілмейді. 1000В жоғары учаскелер ток өткізу учаскесінен 2,5 м төмен биіктігі 120 м қоршаулармен жабдықталуы тиіс.

Электр қауіпсіздігі ұйымының негізгі бөлігі жерге қосу болып табылады. Жерге тұйықтау, яғни электр қауіпсіздігі мақсатында әдейі жасалған электр қосылымдары қалыпты емес кернеумен металл бөліктердің жерге тұйықтау құрылғысымен оқшауланған бейтарап желілерде қолданылады. Қорғаныстық жерге тұйықтау кедергісі аз болған сайын, оқшаулаудың сынамасы кезінде осы бөліктердегі кернеу соғұрлым аз болады. Жобалау кезінде маңызды элементтердің бірі әр түрлі металл бөліктері арасындағы потенциалдардың айырымын адам мен жануарлар үшін қауіпсіз мәнге дейін жеткізу болып табылады. Ол үшін жерге тұйықтау және потенциалдарды теңестіру қолданылады: барлық ашық металл бөліктер жерге тұйықтаудың басты шинасына электрлік жалғанады, осылайша олардың арасындағы потенциалдардың айырмасы металл конструкциялардың екі бөлігі арасында жанасу кезінде адам немесе жануарлар үшін қауіп төндіремеуі тиіс.

Нөлдеу – бұл кернеуде қалыпты жағдайда тұрмайтын, генератордың немесе трансформатордың тұйық жерге тұйықталған бейтарап нүктесімен, үш фазалы ток желілерінде; бір фазалы ток көзінің тұйық жерге тұйықталған шықпасымен; электр қауіпсіздігі мақсатында орындалатын тұрақты ток желілеріндегі көздің жерге тұйықталған нүктесімен, электр қондырғыларының

ашық өткізгіш бөліктерінің әдейі электрлік қосылуы. Қорғаныстық нөлдеу 1000 В дейінгі электр қондырғыларында жанама жанасу кезіндегі негізгі қорғаныс шарасы болып табылады.

Электр тогының зақымдануынан қорғануды қамтамасыз ету дегеніміз жерге қатысты корпустың кернеуін төмендету және электр қондырғының желіден тез ажыратылуы есебінен жанама жанасу кезінде қамтамасыз ету қызметін көрсету.

Шахталық кәсіпорындардың электр қондырғылары кернеуі 220/127 және 380/220 В айнымалы ток желісінен қорек алады. Қоршаулар бұзылған кезде және басқа да электр қондырғылары бұзылған жағдайда қорек желіден тез ажыратылады және қауіп-қатер жойылады.

Қорғаныстық ажырату деп адам үшін жол берілмейтін кернеудегі бөліктерге бір фазалы (бір полюсті) жанасу кезінде және (немесе) электр қондырғысында берілген мәннен асатын ағу (тұйықталу) тогы пайда болған кезде электр қондырғыларын автоматты ажыратуды айтамыз.

Қорғаныстық ажыратуды тағайындау-адамға қауіпті токтың әсер ету уақытын шектеу есебінен қол жеткізілетін электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Қорғаныс арнайы қорғаныс ажыратқыш құрылғысымен (ЖҚБ) жүзеге асырылады, ол кезекші режимде жұмыс істей отырып, адамның электр тогымен зақымдану жағдайын үнемі бақылайды.

### 7.3 Дыбыс аймағында орналасқан есептік нүкте кезінде дыбыс қаттылығының дәрежелерін есептеу

Орнату түрі-көтергіш құрылғы.

Бастау саны – 4.

Шу көзінен есептеу қашықтығына дейінгі қашықтық:

$$r_1 = 20; r_2 = 15; r_3 = r_4 = 9\text{ м}$$

Аймақ көлемі – 3000 м<sup>2</sup>

$$B/S_{\text{огр}} = 0.2$$

$I_{\text{max}}$

Бірнеше шу көздері бар дыбыс қысымының октавалық деңгейі  $L$  дБ :

$$L_{\text{ож}} = 10 \cdot \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{\Delta i \cdot \chi_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta i \right) \quad (7.1)$$

бұл жерде  $\Delta i = 10^{0.1 \cdot L_{pi}}$ ;

$L_{pi}$  -  $i$  – шу көзінен дыбыс қысымының октавалық деңгейі дБ;

$m$  - есептеу нүктесіне жақын орналасқан шу көздерінің саны. (яғни шудың көздері)  $r_i < 5r_{\text{imin}}$ );

$n$  - Шу көздерінің жалпы саны;

Есептік нүктеден акустикалық ортаға дейінгі ең үлкен қашықтық.  $r_{\text{min}}$  м,  $5 \cdot r_{\text{min}}$  м.



$r_i < 5r_{imin}$  мәні болғанда шу көздерінің саны – 4 тең ( $m = 4$ ), демек,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ , және  $r_4$ , ; аралықтағы барлық көздер ескеріледі.

$\chi - r_i/l_{max}$  акустикалық жазықтың мәнін ескеретін коэффициент.

$I_{max}$  - шу көздерінің максималды габариттік өлшемдері.

$$\frac{r_{imin}}{I_{max}} = \frac{9}{1,4} = 6,4$$

таңдаймыз, мәні  $\chi = 1$ ;

$\Phi$  - шу көзінің бағыт факторы,  $\Phi = 1$ ;

$S$  - есептік нүктеден өтетін беттің ауданы.

Барлық шу көздері үшін  $2I_{max} < r \cdot 1,4 < 5$  м талаптарға сәйкес келеді).

Сондықтан келесіні таңдаймыз:

$$S_i = 2\pi r_i^2;$$

$\psi$  - кесте бойынша сыналған деректер бойынша, бөлмедегі дыбыстың диффузиясының ыдырау коэффициентін таңдаймыз.  $B/S_{огр} = 0.2$  мәні  $\psi = 0.83$  тең;

$B$  - аймақтың тұрақты мәні.

$$B = B_{1000} \cdot \mu \tag{7.2}$$

$B_{1000}$  - 1000 орташа геометриялық жиілік кезіндегі тұрақты аймақ, Гц;

$\mu$  – 2.9 кестеден таңдалған жиілікті көбейту.

7.2 кесте-бөлменің түрін таңдаймыз және  $B_{1000}$  тұрақты бөлменің мәнін анықтаймыз. Аймақтың түрі – I - саны аз адамдармен (металл өңдеу цехтары, машина залдары, генераторлық стендтер).

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{3000}{20} = 150 \tag{7.3}$$

7.2 кестеден  $V = 3000\text{м}^3$  көлемі бар бөлменің жиілігін  $\mu$  көбейтудің мәнін табамыз.

7.2 кесте – Жиілік көбейткішінің мәні

$B$	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\mu$	0.5	0.5	0.55	0.7	1	1.6	3	6

7.3 кестеден есептеу орнындағы дыбыс қысымының бастапқы мәнін қабылдаймыз және қажетті төмендеу мәнін табамыз.

Жұмыс орындары-тұрақты жұмыс орнының жұмыс аймағы және кәсіпорынның өндірістік үй-жайлары.

$$\Delta L_{TP} = L_{бар} - L_{қос} - 10 \ln(n) \text{ дБ}, \quad (7.4)$$

мұндағы,  $L_{бар}$  - барлық шу көздерінен есептік нүктедегі дыбыс октавасының дәрежесі, дБ

7.3 кесте - Көтеру механизмін жасайтын дыбыс деңгейі

Октавалық жолақтардың	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_p$	81	86	84	86	85	81	80	75

7.4 кесте - Дыбыс қысымының рұқсат етілген мәндері

Октавалық жолақтардың геометриялық жиілігі, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_p$	99	92	86	83	80	78	76	74

№	шамасы	Өлшем	Октавалық жолақтардың геометриялық жиілігі,, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_{pi}$	дБ	81	86	84	86	85	81	80	75
2	$\Delta_1 = 10^{(0.1$	.	125892541,1	398107170,55	251188643,15	398107170,55	316227766,02	125892541,1	100000000,0	31622776,60
3	$S_1 = 2\pi \cdot r_1^2$	м <sup>2</sup>	2512	904,32	904,32	904,32	904,32	904,32	904,32	904,32
4	$S_2 = 2\pi \cdot r_2^2$	м <sup>2</sup>	1413	1413	1413	1413	1413	1413	1413	1413
5	$S_3 = S_4 = 2\pi \cdot r_3^2$	м <sup>2</sup>	508,68	566,77	566,77	566,77	566,77	566,77	566,77	566,77
6	$\Delta_1/S_1$		50116,46	440228,21	277765,22	440228,21	349685,69	139212,38	110580,33	34968,57
7	$\Delta_1/S_2$		89095,92	2,82E+05	177769,74	281746,05	223798,84	89095,92	70771,41	22379,88
8	$\Delta_1/S_3$		247488,68	7,02E+05	443193,26	702413,98	557947,26	222122,80	176438,41	55794,73
9	6,7,2 * 8сумма		634189,74	2 126 802,21	1341921,48	2126802,21	1689379,05	672553,91	534228,56	168937,90
10	$B_{1000}(V=3200M^3)$		150	150	150	150	150	150	150	150
11	м		0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
12	$B_i = B_{1000} \cdot m$	-	75	75	82,5	105	150	240	450	900
13	$4 \cdot \psi/B_i$		0,04427	0,04427	0,04024	0,03162	0,02213	0,01383	0,00738	0,00369
14	$\Delta_i(1 \div 4) = 4 \cdot \Delta_i$		503570164,7 2	1592428682,2 1	1004754572,6 0	1592428682,2 1	1264911064,0 7	503570164,7 2	400000000,0 0	126491106,41
15	13 и 14 туынды		22291372,62	70 491 509,67	40433759,77	50351078,33	27996698,22	6966053,95	2951111,11	466611,64
16	9 и 15 туынды		22925562,36	72618311,88	41775681,25	52477880,55	29686077,27	7638607,86	3485339,67	635549,54
17	$L_{ож} = 10 \lg(16)$	дБ	73,603	78,610	76,209	77,200	74,726	68,830	65,422	58,031
18	$L_{қос}$	дБ	99	92	86	83	80	78	76	74
19	$\Delta L_{треб} = L_{ож} - L_{дон}$	дБ	-25,39680	-13,38954	-9,79076	-5,80024	-5,27447	-9,16986	-10,57755	-15,96851

7.5 кесте – Есептеу қорытындылары

#### 7.4 1000 Гц жиілік үшін есептеу үлгісі

Көтеру параметрлерін таңдаймыз. 1000 Гц жиілігі үшін  $L_p = 85$ дБ, одан әрі барлық жиіліктерді есептейміз,

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= 10^{0.1 \cdot L_p} \\ \Delta_1 &= 10^{0.1 \cdot 85} = 10^{8.5}.\end{aligned}$$

Ауданын табамыз:

$$S_i = 2\pi r_i^2, \quad (7.5)$$

$$\begin{aligned}S_1 &= 2 \cdot 3.14 \cdot 20^2 = 2512 \text{ м}^2, \\ S_2 &= 2 \cdot 3.14 \cdot 15^2 = 1413 \text{ м}^2, \\ S_3 &= S_4 = 2 \cdot 3.14 \cdot 9^2 = 508.68 \text{ м}^2.\end{aligned}$$

$\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i}{S_i}$  формуласымен анықтағынымыз:

$$\sum \frac{\Delta_i}{S_i} = \frac{10^{8.5}}{2512} + \frac{10^{8.5}}{1413} + 2 \cdot \frac{10^{8.5}}{508.68} = 1689379,05. \quad (7.6)$$

Есептеуді мына формула бойынша жүргіземіз:

$$B_{1000} = B_{1000} \cdot \mu_{1000} \quad (7.7)$$

$\mu$  коэффициенттің мәнін таңдаймыз 7.2- кесте,  $V = 3200$  және 1000 Гц жиілігі үшін  $\mu = 1.0$ .

Сондықтан,

$$\begin{aligned}B_{1000} &= 150 \cdot 1,0 = 150 \\ \frac{4\psi}{B_{1000}} \cdot \sum_{i=1}^4 \Delta_i &= \frac{4 \cdot 0.83}{150} \cdot 4 \cdot 10^{8.5} = 27996698.22.\end{aligned}$$

Қосу мәнінен:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{\Delta_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \cdot \sum_{i=1}^3 \Delta_i = 29686077.27 \quad (7.8)$$

Табамыз:

$$L_{\text{бар}} = 10 \lg(29686077.77) \approx 74.73 \text{ дБ} \quad (7.9)$$

Әрі қарай 7.4-кестеден 1000 Гц жиілігі үшін мәні  $L_{\text{қос}} = 80$ дБ тең.

Соңында жұмыс бөлмесіндегі шуды азайту үшін мынаны ұсынамын:

- Құрылымдық өзгерістер арқылы шуды азайту (ротор мен зәкір шұңқырларының арнайы өндірісі);
- Жұмыс орнына шу шығару бағытын өзгерту;
- Қоршаудың көмегімен дыбыстың таралуын азайту.

## **7.5 Шу мен дірілден қорғау әдістері**

Технологиялық процестерді әзірлеуде, машиналарды, өндірістік ғимараттар мен құрылыстарды жобалау, дайындау және пайдалану, жұмыс орнын орналастыру және ұйымдастыру кезінде жұмыс орнындағы шуды және дірілді шекті рұқсат етілген мәндерге дейін азайту жөніндегі шаралар қабылдануы тиіс.

Шудың және дірілдің азаюына шудың қауіпсіз техникасын әзірлеу, ұжымдық (пайда болу көзіндегі шу мен дірілді төмендететін және қорғалатын объектіге олардың таралу жолында) және жеке қорғану құралдары мен әдістерін (шуға қарсы жапсырмалар, каскалар, дірілден қорғайтын қолғаптар және т.б.) пайдалану жолымен қол жеткізіледі.

Тау-кен шахталық жабдықты жобалау және дайындау кезінде шу мен дірілді төмендетудің мынадай құралдары мен әдістерін қолдану міндетті болып табылады: бөлшектерді дәл өңдеу; машина элементтері мен тораптарын теңгеру; механикалық, аэродинамикалық, электромагниттік және гидромеханикалық шығу тегі дірілі мен шуын төмендететін құрылғылар; аз дыбысты және дірілді сөндіретін композитті материалдар.

Шудың деңгейін төмендету үшін әртүрлі әдістер қолданады: ұжымдық қорғау деңгейін азайту оның пайда болу көзінде шуды пайда болу; ұтымды орналастыру; жабдықтардың шумен жолдарында оның таралу, оның бағытын өзгерту сәулелену, шу, дыбыс жұту құралдарын пайдалану және шуды бәсеңдеткіштер орнату, оның ішінде үй-жайлардың акустикалық беттерін өңдеу.

Ең тиімді құрал-оның пайда болу кезінде шумен күресу. Механикалық шуды азайту үшін жабдыққа уақтылы жөндеу жүргізу, соққы процестерін соққысыз етіп ауыстыру, үйкелетін беттерді мәжбүрлеп майлауды кеңінен пайдалану, айналмалы бөліктерді теңгеруді қолдану қажет. Газ ағынының жылдамдығын азайтуға, конструкцияның аэродинамикасын жақсартуға, дыбысты окшаулауға және сөндіргіштерді орнатуға қол жеткізуге болады. Электромагниттік шу электр машиналарындағы құрылымдық өзгерістерді төмендетеді.

Шуылдың таралу жолында экрандар, қалқалар, қаптамалар, кабиналар және т.б. түрінде дыбыс өткізбейтін және дыбыс өткізбейтін бөгеттерді орнату арқылы шуды азайту әдістері кеңінен қолданылады.

Шуды төмендету үшін бір жол бар – бұл магнитострикция әдісі. Бірақ бұл қымбат және болат шығыны артады. Магнитті жүйенің шуын азайтуға бірінші

кезекте, магнитострикцияның аз мәні бар электр техникалық болатты пайдалану есебінен қол жеткізіледі.

Бірқатар өндірістерде машина бөлшектерінің ауытқуымен және олардың өзара қозғалуымен негізделген механикалық шу басым. Ол теңдесі жоқ айналмалы массалардың күштік әсерімен, бөлшектердің бөлшектеріндегі соққысымен, саңылаулардағы үрлеумен, құбырлардағы немесе лотоктардағы материалдардың қозғалысымен, механикалық емес табиғат күштерімен негізделген машина бөлшектерінің тербелістерімен және т. б. туындайды.

Металл кескіш станоктарда жұмыс істеу станоктың жұмыс аймағында айла-шарғы жасау еркіндігін талап етеді (дайындаманы орнату және бекіту, өңдеу процесінде бөлшектерді өлшеу, жоңқаларды жою, құралды ауыстыру және т.б.), бұл дыбыс оқшаулағыш қаптамаларды қолдану мүмкіндігін болдырмайды. Сондықтан металл кесетін станоктардың шуына қарсы күрестегі негізгі бағыт оның пайда болған жерлерінде локализация болып табылады.

Тісті беріліс шуы доңғалақтардың және олармен ұштасқан конструкция элементтерінің тербелістерінен туындайды. Бұл тербелістердің себептері ілініске кірген кезде тістердің өзара соғылуы, оларға қоса берілген күштің тұрақсыздығынан туындаған тістердің ауыспалы деформациясы, тісті доңғалақтардың кинематикалық қателіктері, үйкеліс ауыспалы күштері болып табылады.

Электрмагниттік шудың пайда болуының негізгі себебі магнит өрістерінің уақыт пен кеңістіктегі айнымалы әсерімен ферромагнитті массалардың өзара әрекеттесуі, сондай-ақ айнымалы электр тогымен пайда болатын Электрмагнитті өрістердің өзара әрекеттесуінен туындайтын электр (пондеромоторлы) күштері болып табылады. Электр машиналардан шығатын шулар 20 30 дБ-дан (микромашиналар) 100 110 дБ-ға (ірі машиналар) дейінгі диапазонда болуы мүмкін.

Адам денсаулығына шудың әсері әртүрлі болуы мүмкін - қарапайым тітіркенуден бастап барлық ішкі органдар мен жүйелердің ауыр патологиялық ауруларына дейін. Ең алдымен, адамның құлағы зардап шегеді. Жоғары шуды тітіркендіргіш адамның жүйке жүйесіне, жүрек-қантамыр жүйесіне теріс әсер етіп, қатты тітіркендіреді. Жоғары шу ұйқысыздық, тез шаршау, агрессивтілік, репродуктивті функцияға әсер ету және психиканың елеулі бұзылуына ықпал етуі мүмкін. Шу әсерінен ағзаның функционалдық өзгерістері анықталды: қан қысымының жоғарылауы, қалқанша безі мен бүйрек үсті қабығы қызметінің бұзылуы, ми белсенділігінің және орталық жүйке жүйесінің өзгеруі.

## **8 Экономикалық бөлім**

Зерттеу объектісі – шахталар мен кеніштердің тіршілік әрекетін қамтамасыз ететін негізгі көлік құралы - көтергіш қондырғылардың электр жетегі болып табылады. Шахталық көтергіш машиналардың электр жетегін олардың жұмыс тиімділігін арттыру бағытында дамыту проблемасын кешенді шешу өзекті болып табылады. Жиілік түрлендіргіштері бар электр жетектер

механикалық жабдық элементтерінің қызмет ету мерзімін едәуір арттыруға және көтергіш қондырғылардың іске қосу моментін бағдарламалық тұрақтандыру арқасында олардың істен шығуына байланысты тоқтап қалуды азайтуға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта электр энергияны үнемдеу, өндіріс механизмдерін автоматтандыру, қауіпсіздігін жоғарылату ең маңызды факторлар болып саналады. Осы жағдай асинхронды электрлі жетекте де қарқынды даму үстінде. Электр жетекті жетілдіру, жұмысының сенімділігін арттыру, өнімділікті көтеріп, экономикалық жағынан тиімділік әкеледі.

Автоматтандырудың жоғары деңгейі;

- тозудың азаюы және құрылғының жұмыс істеу уақытының созылуы;
- жетек механизмінде динамикалық жүктемелердің азаюы;
- өзін-өзі диагностикалау арқылы бұзылуға тұрақтылықтың жоғарылығы;
- тоқ және момент бойынша асқын жүктемені көтеру қабілеттілігі;
- пайдалануға кеткен шығынның төмендеуі;
- энергия тұтынудың оптимизациялау есебінен электр энергиясын тұтынудың 10 % - ға азаюы;

Техникалық және экономикалық көрсеткіштерін есептеуде электрлі жетектің екі жүйесін салыстырмалы техникалы деректерінде талдау арқылы жүзеге асырылады. Экономикалық бағалау ең төменгі шығындар принципіне жүзеге асады: басқа аз шығындар, жөндеу және қызмет көрсетуге техникалық қызмет көрсету шығындарымен, электрлі қуат шығыны.

Бұл дипломды жұмыста шахталы көтеру қондырғысының электр жетегін жетілдіру қарастырылған. Жиілік түрлендіргіш арқылы басқарылатын біржылдамдықты 4АНК355М4У3 сериялы асинхронды электр жетегі қарастырылған. Бұл қозғалтқыштың тиімділігін анықтау үшін АК4-400Х-4У3 сериялы екінші бір фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышпен салыстырамыз.

## **8.1 Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу (1- нұсқа)**

Капиталды шығын – бұл негізгі қордың бар түрлерін жақсартуға немесе жаңа түрін жасауға арналған ақша қаражаты. Капиталды шығындар, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, көліктік шығындарынан және монтаж жасауға кететін шығындардан есептеледі. Капиталдық шығындарды пайдалана отырып, кеңейтуге және техникалық қайта құрастыруға шығып тұрған объектілерді жаңартуға мүмкіндік береді.

Капитальды салымдар-бұл негізгі капиталға (негізгі қорларға) нақты инвестициялар (салымдар), оның ішінде жаңа құрылысқа, жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарды кеңейтуге, қайта жаңартуға және техникалық қайта жарақтандыруға, машиналар, жабдықтар сатып алуға, жобалау-іздігіру жұмыстарына және басқа да шығындарға арналған шығындар, сондай-ақ тұрғын үй және мәдени-тұрмыстық құрылысқа арналған шығындар.

Материалдық шығындар- өнімнің өзіндік құнының элементі, онда: өндірілетін өнімнің құрамына кіретін немесе өнімді кезінде қажетті компонент болып табылатын шикізат пен материалдар жағынан сатып алынатын құн көрсетіледі. Материалдық шығындар-қызметтер мен тауарларды өндіруге жұмсайтын қаражаттың бір бөлігі. Бұл үлеске табыс алуға және сатуға дейін тасымалдау, шикізат, материалдарға қызмет көрсету, сақтау, өндірістің өзі, одан әрі өңдеу шығындары кіреді. Материалдық шығындар дайын өнімнің өзіндік құнының бір бөлігін құрайды. Материалдық шығындар қызметкерлерге және еңбек құралдарын сатып алуға жұмсалған ақшалай сомада көрсетіледі. Шығу өнімінің нарықтық құны өндіруші тауарға жұмсалған еңбек санымен байланысты.

8.1.1 кесте – Қозғалтқыштардың техникалық деректері

Қозғалтқыштың параметрлері	1-ші нұсқа: фазалы роторлы АҚ	2-ші нұсқа: фазалы роторлы АҚ
Қозғалтқыш	АК4-400Х-4У3	4АНК355М4У3
Қуаты, кВт	500	400
ПӘК, %	94	94
Айналу жиілігі айн/мин	1500	1380
Бағасы	850000	700000

8.1.2 кесте - Капиталдық салымдарды есептеу( 1- нұсқа)

Қолданылатын құралдардың атауы:	Бір тауарға кететін баға, тг	Монтаждық және іске қосу салымдары, тг	Тасымалдауға Кететін шығын, тг	Құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары
1.Электр қозғалтқыш	850000	102000	19040	10200
2. Жиілік түрлендіргіш	87000	10440	1949	1044
3. Резистор	17000	2040	381	204
4. Түзеткіш	135000	16200	3024	1620
5.Электромагнитті тежегіш	30000	3600	672	360
Барлығы	1117000	134280	25066	13428

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ.ж}} + K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б.с}} \quad (8.1)$$

мұндағы,  $K_{\text{қ.ж}}$  – құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{\text{ж.с}}$  – жабдықты сатып алуға жұмсалатын капиталдық салымдар;



$K_M$  – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{б.с}$  – басқа капиталдық салымдар (ең алдымен, тасымалдауға кеткен шығындарды құрайды).

Қозғалтқыштың сатып алу құны:  $K_{ж.с} = 850000$  тг;

Монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының құны базалық нұсқа үшін сатып алу құнының 12% мөлшерінде қабылданады.

$$K_M = 0,12 \cdot K_{ж.с} = 0,12 \cdot 850000 = 102000 \text{ тг}; \quad (8.2)$$

Монтаждық ұйымның құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары базалық нұсқа үшін монтаждық жұмыстар құнының 10% - ын құрайды:

$$K_{қ.ж.} = 0,1 \cdot 102000 = 10200 \text{ тг}; \quad (8.3)$$

Тасымалдауға кететін шығын:

Тасымалдауға кететін шығын электр қозғалтқыш құнының және базалық нұсқа үшін монтаждау жұмыстарының құнының 2% - ын құрайды:

$$K_{б.с} = 0,02 \cdot (K_{ж.с} + K_M) = 0,02 \cdot (850000 + 102000) = 19040 \text{ тг}; \quad (8.4)$$

$$K_{жалпы} = 1117000 + 134280 + 25066 + 13428 = 1289774 \text{ тг.}$$

Эксплуатационды шығындар келесідей есептелінеді:

$$И = И_a + И_э + И_{ж.ж} + И_{е.а} + И_{б.ш} + И_{б.э.с}; \quad (8.5)$$

мұндағы,  $И_a$ - амортизациалық аударымдар (сала үшін амортизациялық аударымдар нормасы 5-10%);

$И_э$  – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясы шығындарының құны;

$И_{ж.ж}$  – электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны;

$И_{е.а}$  – жалпы еңбекақы төлеу қоры;

$И_{б.ш}$  – басқа эксплуатациялық шығындар

$И_{б.э.с}$  – зейнетақы жарнасын жинақтаушы зейнетақы қорына аудару арасындағы айырмасының 11% құрайтын бірыңғай әлеуметтік салық.

1. Амортизациялық аударымды  $И_a$  келесі формула бойынша табылады:

$$И_a = \frac{Н \cdot \Phi}{100} = \frac{850000 \cdot 9,5}{100} = 80750 \text{ тг.} \quad (8.6)$$

мұндағы,  $Н$  – орташа жылдық норма амортизациясы (9,5%);

$\Phi$  – қондырғының бастапқы бағасы, (850000 теңге).

2.  $I_3$  электр энергиясының шығынының құны мына формуламен анықталады:

$$I_3 = \Delta A \cdot W; \quad (8.7)$$

мұндағы,  $\Delta A$  – электр энергиясының жылдық шығыны;

$W$  – 1 кВт/сағ энергия тарифы – 17,81 тг;

Жылдық шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta A = P_2 \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot K_{ж} \cdot T = 500 \cdot \frac{1 - 0,94}{0,94} \cdot 0,9 \cdot 4000 = 114893 \frac{\text{кВт}}{\text{сағ}}; \quad (8.8)$$

мұндағы,  $P_2$  – электр қозғалтқышының номиналды қуаты – 500 кВт;

$\eta$  – электр қозғалтқышының П.Ә.К – 0,94;

$K_{ж}$  – қуат бойынша жүктеме коэффициенті – 0,9;

$T$  – қолданыстағы қор жұмыс уақыты – 4000 сағ

$$I_3 = 114893 \cdot 17,81 = 2046244 \text{ тг.}$$

3. Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу:

Қызметкерлердің негізгі еңбек ақысы:  $I_{e.a} = 90000 \cdot 12 = 1080000$ ;

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{з.қ.б} = I_{в.а} - 10\% \cdot I_{в.а} = 1080000 - 10\% \cdot 1080000 = 972000 \text{ тг.} \quad (8.9)$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{б.ә.с} = 11\% \cdot I_{з.қ.б} = 11\% \cdot 972000 = 106920 \text{ тг.} \quad (8.10)$$

4. Электр жабдықтарын жөндеуге арналған шығындар, қосалқы бөлшектер құны:

$$I_{к} = 60000 \text{ тг.} \quad (8.11)$$

5. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны  $I_{жж}$  қызмет көрсететін персоналдың еңбек ақысына, әлеуметтік қорларға аударымдарға байланысты:

$$\begin{aligned} I_{жж} &= I_{e.a} + I_{б.ә.с} + I_{т.д} = 1080000 + 106920 + 10800 \\ &= 1197720 \text{ тг.} \end{aligned} \quad (8.12)$$

мұндағы,  $I_{e.a}$  – еңбек ақысы (1080000 тг);

$I_{б.ә.с}$  – бірыңғай әлеуметтік салық (106920 тг)

$I_{тд}$  - тәуекел дәрежесіне байланысты әлеуметтік сақтандыру қорына аударымдар еңбекақы сомасынан 1%.

4. Басқа шығындар  $I_{б.ш}$  мына формуламен анықталады:

$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (I_a + I_э + I_k + I_{жж}); \quad (8.13)$$

Сонда:

$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (80750 + 2046244 + 60000 + 1197720) = 169236 \text{ тг.}$$

Эксплуатационды шығындардың қосындысы:

$$И = 80750 + 2046244 + 1197720 + 1080000 + 169236 + 106920 \\ = 4680870 \text{ тг.}$$

### 8.1.3 – кесте Шығындар сметасы

Шығын көздері	Шығын суммасы, тг
1. Амортизациондық аударым	80750
2. Электр энергиясының шығының құны	2046244
3. Электр жабдықтарының қосалқы бөлшектер құны	60000
4. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны	1197720
5. Басқа шығындар	169236
Барлығы	3553950

## 8.2 Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу (2-нұсқа)

### 8.2.1 кесте - Капиталдық салымдарды есептеу (2-нұсқа)

Қолданылатын құралдардың атауы:	Бір тауарға кететін баға, тг	Монтаждық және іске қосу салымдары, тг	Тасымалдауға Кететін шығын, тг	Құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары
1.Электр қозғалтқыш	700000	84000	15680	8400
2. Жиілік түрлендіргіш	80000	9600	1792	960
3. Резистор	15000	1800	336	180
4. Түзеткіш	120000	14400	2688	12000
5. Электромагнитті тежегіш	25000	3000	560	2500
Барлығы	940000	112800	21056	24040

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ.ж}} + K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б.с}};$$

мұндағы,  $K_{\text{ж.с}}$  – жабдықты сатып алуға жұмсалатын капиталдық салымдар;

$K_{\text{қ.ж}}$  – құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{\text{м}}$  – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{\text{б.с}}$  – басқа капиталдық салымдар (ең алдымен, тасымалдауға кеткен шығындарды құрайды).

Қозғалтқыштың сатып алу құны:  $K_{\text{ж.с}} = 700000$  тг;

Монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының құны базалық нұсқа үшін сатып алу құнының 12% мөлшерінде қабылданады.

$$K_{\text{м}} = 0,12 \cdot K_{\text{ж.с}} = 0,12 \cdot 700000 = 84000 \text{ тг};$$

Монтаждық ұйымның құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары базалық нұсқа үшін монтаждық жұмыстар құнының 10% - ын құрайды.

$$K_{\text{қ.ж}} = 0,1 \cdot 84000 = 8400 \text{ тг};$$

Тасымалдауға кететін шығын:

Тасымалдауға кететін шығын электр қозғалтқыш құнының және базалық нұсқа үшін монтаждау жұмыстарының құнының 2% - ын құрайды:

$$K_{\text{б.с}} = 0,02 \cdot (K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}}) = 0,02 \cdot (700000 + 84000) = 15680 \text{ тг};$$

$$K_{\text{жалпы}} = 940000 + 112800 + 21056 + 24040 = 1097896 \text{ тг}.$$

Эксплуатационды шығындар келесідей есептелінеді:

$$И = И_{\text{а}} + И_{\text{э}} + И_{\text{ж.ж}} + И_{\text{е.а}} + И_{\text{б.ш}} + И_{\text{б.э.с}};$$

мұндағы,  $И_{\text{а}}$  - амортизациалық аударымдар (сала үшін амортизациялық аударымдар нормасы 5-10%);

$И_{\text{э}}$  – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясы шығындарының құны;

$И_{\text{ж.ж}}$  – электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны;

$И_{\text{е.а}}$  - жалпы еңбекақы төлеу қоры;

$И_{\text{б.ш}}$  – басқа эксплуатациялық шығындар

$И_{\text{б.э.с}}$  – зейнетақы жарнасын жинақтаушы зейнетақы қорына аудару арасындағы айырмасының 11% құрайтын бірыңғай әлеуметтік салық.

Амортизациялық аударымды  $I_a$  келесі формула бойынша табылады:

$$I_a = \frac{H \cdot \Phi}{100} = \frac{700000 \cdot 9,5}{100} = 66500 \text{ тг.}$$

мұндағы,  $H$  – орташа жылдық норма амортизациясы (9,5%);

$\Phi$  – қондырғының бастапқы бағасы, (700000 теңге).

2.  $I_3$  электр энергиясының шығынының құны мына формуламен анықталады:

$$I_3 = \Delta A \cdot W;$$

мұндағы,  $\Delta A$  – электр энергиясының жылдық шығыны;

$W$  – 1 кВт/сағ энергия тарифы – 17,81 тг;

Жылдық шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta A = P_2 \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot K_{ж} \cdot T = 400 \cdot \frac{1 - 0,94}{0,94} \cdot 0,9 \cdot 4000 = 91915 \frac{\text{кВт}}{\text{сағ}};$$

мұндағы,  $P_2$  – электр қозғалтқышының номиналды қуаты – 400 кВт;

$\eta$  – электр қозғалтқышының П.Ә.К – 0,94;

$K_{ж}$  – қуат бойынша жүктеме коэффициенті – 0,9;

$T$  – қолданыстағы қор жұмыс уақыты – 4000 сағ

$$I_3 = 91915 \cdot 17,81 = 1637004 \text{ тг.}$$

3. Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу:

Қызметкерлердің негізгі еңбек ақысы:  $I_{e.a} = 90000 \cdot 12 = 1080000$ ;

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{з.қ.б} = I_{в.а} - 10\% \cdot I_{в.а} = 1080000 - 10\% \cdot 1080000 = 972000 \text{ тг}$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{б.э.с} = 11\% \cdot I_{з.қ.б} = 11\% \cdot 972000 = 106920 \text{ тг.}$$

4. Электр жабдықтарын жөндеуге арналған шығындар, қосалқы бөлшектер құны:

$$I_k = 50000 \text{ тг.}$$

5. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны  $I_{ж.ж.е}$  қызмет көрсететін персоналдың еңбек ақысына, әлеуметтік қорларға аударымдарға байланысты:

$$I_{\text{жж}} = I_{\text{е.а}} + I_{\text{б.э.с}} + I_{\text{т.д}} = 1080000 + 106920 + 10800 \\ = 1197720 \text{ тг,}$$

мұндағы,  $I_{\text{е.а}}$  – еңбек ақысы (1080000 тг);

$I_{\text{б.э.с}}$  - бірыңғай әлеуметтік салық (106920 тг)

$I_{\text{т.д}}$  - тәуекел дәрежесіне байланысты әлеуметтік сақтандыру қорына аударымдар еңбекақы сомасынан 1%.

Басқа шығындар  $I_{\text{б.ш}}$  мына формуламен анықталады:

$$I_{\text{б.ш}} = 0,05 \cdot (I_{\text{а}} + I_{\text{э}} + I_{\text{қ}} + I_{\text{жж}});$$

Сонда:

$$I_{\text{б.ш}} = 0,05 \cdot (66500 + 1637004 + 50000 + 1197720) = 147261 \text{ тг.}$$

Эксплуатационды шығындардың қосындысы:

$$I = 66500 + 1637004 + 1197720 + 1080000 + 147261 + 106920 \\ = 4235405 \text{ тг.}$$

8.2.2 – кесте Шығындар сметасы

Шығын көздері	Шығын суммасы, тг
1. Амортизациондық аударым	66500
2. Электр энергиясының шығының құны	1637004
3. Электр жабдықтарының қосалқы бөлшектер құны	50000
4. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны	1197720
5. Басқа шығындар	147261
Барлығы	3098485

### 8.3 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Екі нұсқанының экономикалық тиімділігін салыстыру үшін салыстыру үшін минимум келтірілген шығындар әдісі қолданылады.

Келтірілген шығындарды төмендегідей анықтаймыз:

$$KШ = C + E_H \cdot K \quad (8.14)$$

мұндағы,  $C$  – эксплуатационды шығындардың қосындысы (теңге);

$K$  – капиталды салым;

$E_H$  – капиталды салымдардың экономикалық тиімділігін салыстыратын нормативті коэффициент ( $E_H = 0,15$ )

$$KШ_1 = 4680870 + 0,15 \cdot 1289774 = 4874336 \text{ тг.}$$

$$KШ_2 = 4235405 + 0,15 \cdot 1097896 = 4400089 \text{ тг.}$$

Экономикалық тиімділігі екі нұсқаны салыстыру жолымен анықталады: Бастапқы және жобаланатын нұсқа:

$$\Delta = KШ_1 - KШ_2 = 4874336 - 4400089 = 474247 \text{ тг.} \quad (8.15)$$

Есептеулерді салыстыра отыра екінші нұсқаның тиімді екені көрінеді. мұндағы,  $KШ_1$  – 1- нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге;  $KШ_2$  – 2- нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге. Экономикалық тиімділік мынаған тең болады:

$$\begin{aligned} \Delta &= \Delta U + 0,15 \cdot \Delta K; \\ \Delta &= (4680870 - 4235405) + 0,15 \cdot (1289774 - 1097896) \\ &= 445465 + 0,15 \cdot 191878 = 474247 \text{ тг.} \end{aligned} \quad (8.16)$$

Ұсынылатын нұсқаның тиімділігін өзін-өзі ақтау мерзімін және салыстырмалы экономикалық тиімділік коэффициентін есептеу арқылы анықтауға болады, ол формулалар төмендегідей бойынша анықталады:

$$T = \frac{K_1 - K_2}{I_1 - I_2} = \frac{1289774 - 1097896}{4680870 - 4235405} = 0,43. \quad (8.17)$$

мұндағы,  $K_6$  және  $K_e$  – базалық және есептік қозғалтқыштың капиталдық салымдары;

$I_6$  және  $I_e$  – эксплуатационды шығындардың қосындысы.

Салыстырмалы экономикалық тиімділікті анықтаймыз:

$$E = \frac{I_6 - I_e}{K_6 - K_e} = \frac{4680870 - 4235405}{1289774 - 1097896} = 2,32. \quad (8.18)$$

$E_H = 0,15$  - тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

$T_H = 2,78$  - өтімділіктің нормативтік мерзімі.

Алынған коэффициентінің тиімділігі мен өтелу мерзімін нормативтермен салыстырылады және егер,  $E \geq E_H$ ,  $2,32 \geq 0,15$ ; шарттары орындалса,  $T \leq T_H$ ,  $0,43 \leq 2,78$  болса, онда ұсынылып отырған жүйені енгізу экономикалық тиімді болып саналады. Есептеулер нәтижесі көрсеткендей 4АНК355М4У3 сериялы асинхронды электр жетегі экономикалық жағынан басқа бір электр жетегімен салыстырғанда тиімді болып табылады.

## Қорытынды

Бұл жұмыста шахталық көтергіш қондырғыларды жаңғырту қарастырылуда. Шахталық көтергіш механизмдерді жаңғырту екіұдай қоректендіру механизмінің жүйесімен өзгереді. Тұрақты режимде реактивті қуат динамикасында және қозғалтқыш моментін реттеуге болады. Соңғы жағдай, біріншіден, электржетектің техникалық опитимумға тартылу күрделілігімен (токтың реттегіштерімен сырғанау жиілігінде), екіншіден, фазалардың бір-біріне қатысты әрекетімен, үшіншіден, қозғалтқыш моментінің ротор тогына тәуелділігінің сызықсыз болуымен түсіндіріледі. Соңғы жағдай әртүрлі тербелістер кезінде, әсіресе желідегі кернеудің ауытқуы кезінде моменттің ауытқуын тудырады. Бұл жүйені үлкен динамикалық көрсеткіштерді талап етпейтін энерго көлемді жетектер үшін ұсынуға болады.

Бұл жобаның мақсаты нақты өндірістік механизмді жобалаудың кешенді есебін шешу арқылы электржетек теориясы саласындағы білімді бекіту, тереңдету және жалпылау болып табылады.

Одан әрі, асинхронды қозғалтқышты қуат пен жылдамдық характеристикасы бойынша таңдау кезінде төмен және жоғары синхронды басқаруды ескеру қажет. Жоғары синхронды жылдамдықпен жұмыс істеу кезінде төлқұжат қуатын төмендету қажет. Қозғалтқыш жылдамдық пен моменттің мәні бойынша таңдалды. Қозғалтқыш моменті статор мен қозғалтқыш роторының электромагниттік параметрлерін жалпы векторлық көбейтумен анықталады.

Шахталық көтергіш механизм үшін электр жетегі үй-жайда жерге орнатылады. Сонымен қатар, жабдықты жобалау алдында алдын ала сақтық шараларын қарастыру қажет. Еңбекті қорғауды қамтамасыз ету үшін ауаның, жарықтандырудың, шу мен дірілдің жай-күйі қарастырылады.

Жалпы мақсат генератор - қозғалтқыш жүйесін тиристорлық түрлендіргіш – қозғалтқыш жүйесіне ауыстыру арқылы өндірісте жаңғырту болып табылады. Бұл мәселеде сатып алудың өндірістің қойылған мақсатына сәйкестігі және жаңа жабдықты орнату қарастырылды.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінің мақсаты жан-жақты бағалау, талдау және есептеу көмегімен жобаның нақты тақырыбын әзірлеу мен іске асырудың экономикалық мақсаттылығы мен техникалық мүмкіндігін дәлелдеу болды.



## Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Савицкий В.Н. Защита от токов утечки в комбинированных распределительных сетях угольных шахт / В.Н. Савицкий, Н.И. Стадник – 13 с.
2. Маренич К.Н. Асинхронный электропривод горной машины. Корректировка пусковых параметров / К.Н. Маренич; Сб. науч. тр. горно-электромеханического факультета. – Донецк: ДонГТУ, 1996. – с.176-177.
3. Киампо Е.М. Токи утечки в комбинированной электрической сети горных машин / Е.М. Киампо, В.А. Коровкин; Известия вузов. Горный журнал. – 1986. – №2. – с.97-99.
4. Белошистов А.И. Проблемы защиты от утечек тока на землю распределительных сетей угольных шахт, содержащих силовые полупроводниковые элементы / А.И. Белошистов, В.Н. Савицкий // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2004. – с. 78-83.
5. Колосюк В.П. Токи утечки на землю в системе электроснабжения комбайнов с регулируемым приводом / В.П. Колосюк, Ю.В. Товстик // Уголь Украины. – 2005. – №6. – с. 35-39.
6. Ставицкий В.Н., Маренич К.Н. Полупроводниковый преобразователь для автоматизированного электропривода горной машины. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 58. – Донецьк: ДонНТУ, 2003. – с. 122-129
7. Груба В.И. Технические средства автоматизации в горной промышленности: Учебное пособие / В.И. Груба, Э.К. Никулин, А.С. Оголобченко. – К.: ИСМО, 1998. – 373 с.
8. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с., ил.
9. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. для вузов по спец. «Электрич. машины». – М.: Высш. шк., 1987. – 284 с.:ил.
10. Маренич К.Н. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: Учебное пособие / К.Н. Маренич, Ю.В. Товстик, В.В.
11. Москаленко В.В. Электрический привод: Учебное пособие / В.В. Москаленко. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.
12. Электронный ресурс «Школа для электрика». Режим доступа: <http://electricalschool.info>
14. Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектов для студентов всех форм обучения. – Алматы, 2003.
15. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау: : 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы студенттеріне

арналған экономика бөлімін орындауға әдістемелік нұсқаулықтар – Алматы: АЭЖБУ, 2015.

16. Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат – Алматы: АИЭС, 2009.

17. А.Ю. Голубина, Экономика отрасли. Методические указания к выполнению экономической части выпускной работы для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. – Алматы: АИЭС, 2010.

18. Б.И.Түзелбаев, А.А. Жакупов. Экономика, өндірісті ұйымдастыру және басқару. Бітірішілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін. – Алматы: АЭЖБИ, 2010 ж. – 23б.