

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

к.т.н., профессор Оржанова Ж.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » _____ 20__ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Тұрақты ток қозғалтқышын жобалау

5B071800 - «Электроэнергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Марат Әділжан Сәкенұлы ЭАТҚК-16-4
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Ғали Кәкімжан Оралұлы, т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Техникалық бөлімі бойынша:

Ғали Кәкімжан Оралұлы, т.ғ.к., доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » _____ 20__ ж.

(қолы)

Экономикалық бөлім бойынша:

Түзелбаев Бақберген Ибадиллаевич, PhD докторы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » _____ 20__ ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусаева Ж.К., б.ғ.к., доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » _____ 20__ ж.

(қолы)

Пікір жазушы:

Иманбекова Тохтабүби Джумадиловна, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » _____ 20__ ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электр техника институты
5B071800 - «Электроэнергетика» мамандығы
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы
жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Марат Әділжан Сәкенұлы

(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Тұрақты ток қозғалтқышын жобалау

Ректордың «11» 11 2019 № 147 бұйрығы бойынша
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» мамыр 2020 ж.
Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс
нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Бастапқы берілгендер: Номинал қуаты – $P_n = 22$ кВт; Номинал
кернеуі – $U_n = 110$ В; Номинал айналу жиілігі – $n_n = 1500$ айн/мин;
Айналу осінің биіктігі – $h = 225$ мм. Қоздыру – параллель қоздыру.

Қорғау дәрежесі бойынша орындау – IP22,

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе
қысқаша мазмұны:

1. Тұрақты ток қозғалтқышына шолу
2. Тұрақты токты электр машиналарының жұмыс істеуі мен қолдану
аймағы
3. Қозғалтқыштың электрлік тепе-теңдік теңдеулері
4. Қоздыру кезіндегі тұрақты ток қозғалтқыштарының әр түрлі
жылдамдық, механикалық және жұмыстық сипаттамалары
5. Негізгі шамаларды таңдау
7. Магнит тізбегінің шамаларын анықтау
8. Орамның өткізгіш материалын таңдау
9. Параллель қоздыру орамасының есебі
10. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлім
11. Экономикалық бөлі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Бөлшектенген түрдегі тұрақты ток машинасы
2. Тұрақты ток машинасының негізгі бөлшектері
3. Якордың ойықтарының түрлері
4. Якордың жартылай жабық (а) және ашық (б) ойықтары
5. Негізгі полюс
6. Қосалқы полюс
7. Коллектор қаңылтырының құрылысы
8. Коллектордың жиналған түрі (а) және якор қаңылтыры (б)
9. Щеткалық аспап
10. Тістің параллель жақтары бар сопақша пішінді жартылай жабық паздар
11. Негізгі өлшемнің полюстік ұшы
12. Бос жүріс $B_\delta = f(F_\Sigma)$ және өтпелі процесс $B_\delta = f(F_{szj})$ сипаттамалары
13. Тұрақты ток қозғалтқыштарының қосылу тізбектілігі
14. Адамдағы токтың жолдарының сипаттары
15. Кернеуге тәуелді, адам организімінен өтетін ток күші және кедергісі
16. Шамдардың орналасу сұлбасы
17. Өмір тіршілік қауіпсіздігі
18. Экономикалық бөлім

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Проектирование электрических машин. / Под ред. Копылова И.П. – М.: Издательство Юрайт, 2011.

Кацман, М.М. Электрические машины/М.М.Кацман.-М.: Высшая школа, 2004. – 464с.

Иванов – Смоленский А.В. Электрические машины. – М.: Изд-во МЭИ, 2004.

Копылова И.П. Электрические машины. – М.: Высшая школа, 2006.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімшелер	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Негізгі бөлім	Ғали К.О.	28.05.2020	
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Мусаева Ж.К.	24.05.2020	

<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>Тузелбаев Б.И.</i>	25.05.2020	
---------------------------	-----------------------	------------	--

Диплом жұмысын дайындау
К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	<i>Тұрақты ток қозғалтқышына шолу</i>	<i>18.11.2019</i>	
2.	<i>Тұрақты токты электр машиналарының жұмыс істеуі мен қолдану аймағы</i>	<i>19.12.2019</i>	
3.	<i>Қозғалтқыштың электрлік тепе-теңдік теңдеулері</i>	<i>14.02.2020</i>	
4.	<i>Қоздыру кезіндегі тұрақты ток қозғалтқыштарының әр түрлі жылдамдық, механикалық және жұмыстық сипаттамалары</i>	<i>30.03.2020</i>	
5.	<i>Айналу жылдамдығы мен бағытын реттеу әдістері</i>	<i>3.04.2020</i>	
6.	<i>Негізгі шамаларды таңдау</i>	<i>13.04.2020</i>	
7.	<i>Якор орамаларын таңдау</i>		
8.	<i>Тістік аймақтың геометриялық есебі</i>	<i>27.04.2020</i>	
9.	<i>Магнит тізбегінің шамаларын анықтау</i>	<i>30.04.2020</i>	
10.	<i>Магнит тізбегінің есептік қималарындағы индукция</i>	<i>2.05.2020</i>	
11.	<i>Магнит желілерінің орташа ұзындығы</i>	<i>10.05.2020</i>	
12.	<i>Параллель қоздыру орамасының есебі</i>	<i>13.05.2020</i>	
	<i>Коллектор мен щеткалар</i>	<i>20.05.2020</i>	
13.	<i>Қосымша полюстердің орамасын есептеу</i>	<i>28.05.2020</i>	
14.	<i>ПӘК және шығындар</i>		
15.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі</i>	<i>24.05.2020</i>	
16.	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>25.05.2020</i>	

Тапсырманың берілген уақыты « 18 » қараша 2019 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ Оржанова Ж.К., т.ғ.к., профессор
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі _____ Ғали К.О., т.ғ.к., доцент
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы

кабылдаған студент _____ Марат Ә.С.
(қолы) (аты -жөн)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада 22 кВт қуаттағы тұрақты ток қозғалтқышын жобалау қарастырылған. Жұмыстың басында осы тұрақты ток қозғалтқышына және жалпылама тұрақты ток машиналарына жалпы теориялық шолу жасалынып өтті. Кейіннен осы тұрақты ток қозғалтқышының негізгі өлшемдерін анықтап, зәкір орамдарын таңдап, тісті аймақтың геометриясын, зәкір орамасын есептеп, магниттік тізбектің размерлерін анықтап, магниттік тізбектің қимасы анықталынды. Сонымен қатар, магниттік сызықтың орташа ұзындығы, магниттік тізбектің есептік қимасындағы индукция, магниттік тізбектің бөлек аймақтарындағы магниттік кернеу, параллельді қоздыру орамы, коллектор мен щетканы есептеп, коммутациялық параметрлер, қосымша полюстердің орамдары, шығын мен ПӘК - ті, жұмыстық сипаттамаларды анықталынды, жылыулық есептеулер мен желдету есептеулері де қарастырылған.

Бұл жұмыста тұрақты ток қозғалтқышын жобалаудан басқа қозғалтқышты пайдаланған кездегі өмір тіршілік қауіпсіздігі, сондай-ақ қозғалтқыштың өзіндік құны мен экономикалық тиімділігі де есептелді.

Аннотация

В этом дипломном проекте рассматривается проектирование двигателя постоянного тока с мощностью 22 кВт. В начале проекта мы ознакомимся в общем с теорией машин постоянного тока, а именно двигателей постоянного тока. В процессе работы находились основные размеры двигателя постоянного тока, обмотки якоря, геометрию зубцовой зоны, сечений, размеры магнитных цепей, а также расчет проводился на среднюю длину магнитных линий, индукцию в сечений магнитных цепей, напряжении отдельных зон магнитных цепей, данные коллектора и щеток, коммутационных параметров, обмотки добавочных полюсов, потери и КПД, рабочие характеристики двигателя постоянного тока, тепловой и вентиляционный расчет, а в специальном разделе рассматривается магнитная вибрация и метод его снижения.

Помимо проектирования двигателя постоянного тока, в данном дипломном проекте рассматривалось безопасность жизнедеятельности в эксплуатации этого двигателя и проводились расчеты на себестоимость и экономичность.

Annotation

This diploma project deals with the design of a DC motor with a power of 22 kW. At the beginning of the project, we will get acquainted in General with the theory of DC machines, namely DC motors. The main dimensions of the DC motor, armature windings, the geometry of the tooth zone, cross sections, the size of magnetic circuits, as well as the calculation was carried out on the average length of magnetic lines, induction in the cross sections of magnetic circuits, the voltage of individual zones of magnetic circuits, collector and brush data, switching parameters, additional pole windings, losses and efficiency, working characteristics of the DC motor, heat and ventilation calculation, and in a special section, magnetic vibration and a method for reducing it are considered.

In addition to designing a DC motor, this diploma project considered the safety of life in the operation of this engine and carried out calculations for cost and efficiency.

Мазмұны

	Кіріспе	9
1	Тұрақты ток қозғалтқышына шолу	10
1.1	Тұрақты токты электр машиналарының жұмыс істеуі мен қолдану аймағы	11
1.2	Тұрақты токты машиналардың құрылысы	11
1.3	Қозғалтқыштың электрлік тепе-теңдік теңдеулері	18
1.4	Тұрақты токты қозғалтқыш қуатының энергетикалық тепе-теңдігі	19
1.5	Қоздыру кезіндегі тұрақты ток қозғалтқыштарының әр түрлі жылдамдық, механикалық және жұмыстық сипаттамалары	20
1.6	Айналу жылдамдығы мен бағытын реттеу әдістері	23
2	Негізгі шамаларды таңдау	23
2.1	Якор орамаларын таңдау	25
3	Тістік аймақтың геометриялық есебі	29
3.1	Якор орамасын есептеу	31
4	Магнит тізбегінің шамаларын анықтау	33
4.1	Магнит тізбегінің есептік қимасы	35
4.2	Магнит желілерінің орташа ұзындығы	36
4.3	Магнит тізбегінің есептік қималарындағы индукция	37
4.4	Магнит тізбегінің жеке бөліктеріндегі магниттік кернеу	38
5	Параллель қоздыру орамасының есебі	41
5.1	Коллектор мен щеткалар	42
5.2	Қосымша полюстердің орамасын есептеу	43
6	ПӘК және шығындар	45
7	Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі	48
7.1	Қозғалтқыштарды пайдалану кезіндегі (монтаж, жөндеу) техника қауіпсіздігі	48
7.2	Өндірістік жасанды жарықтандыру жүйелері	52
8	Экономикалық бөлім	58
8.1	Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу	59
8.2	Жыл сайынғы эксплуатациялық шығындар	61
8.3	Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу (2-нұсқа)	63
8.4	Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу	66
	Қорытынды	68
	Әдебиеттер тізімі	69

Кіріспе

Электртехникалық өнеркәсіп өндірісінде жалпы электр машиналары жетекші орын алады, сондықтан жаңа электр машиналарының пайдалану қасиеттері Қазақстан экономикасы үшін маңызды.

Электр машиналарын жобалау энергияны электромеханикалық түрлендіру процестерін және есептеу техникасын қолдана алатын инженер – электромеханиктердің тәжірибесі мен біліктілігіне негізделген.

Электр машиналарын жобалау кезінде құрылымдық элементтер машинаны дайындау кезінде материалдардың еңбек сыйымдылығы мен шығыны ең аз болатындай болып есептелуі тиіс, ал пайдалану кезінде олар дайындаудың қазіргі заманғы әлемдік деңгейін, сондай-ақ мемлекеттік және салалық стандарттардың талаптарын ескере отырып, оңтайлы энергетикалық көрсеткіштерге ие болуы қажет.

Электр машиналарын есептеудің жоғары еңбек сыйымдылығы әртүрлі параметрлер мен сипаттамаларды жүргізуге, зерттеуге, оңтайландыруға, электр машиналарының нақты жобаларын жасауға мүмкіндік бермейді. Үлкен есептік формулалар электр машиналарында өтетін күрделі процестердің заңдылықтарын көруге, сондай-ақ әлемдік үздік үлгілер деңгейінде жоғары сенімді техниканы жасауға мүмкіндік бермейді.

Бұл дипломдық жұмыста тұрақты емес орамада, параллель қоздырылған тұрақты ток қозғалтқышына есептеу жүргізіледі, қорғаныс дәрежесі бойынша - IP22, салқындату тәсілі бойынша – IC01, оқшаулау класы В, жалпы негізге 2П сериялы тұрақты ток машинасы алынды.

Бастапқы берілгендер:

Номинал қуаты – $P_n = 22$ кВт;

Номинал кернеуі – $U_n = 110$ В;

Номинал айналу жиілігі – $n_n = 1500$ айн/мин;

Айналу осінің биіктігі – $h = 225$ мм.

Қоздыру – тұрақтанты емес орамалы параллель қоздыру. Қорғау дәрежесі бойынша орындау – IP22, салқындату тәсілі бойынша – өздігінен желдету (IC01).

Жұмыс режимі - ұзақ. Қыздыруға төзімділік класының оқшаулау масы - В.

Құрылымның негізі ретінде П немесе 2П сериялы тұрақты ток машинасы.

1 Тұрақты ток қозғалтқышына шолу

Бастапқыда электр машинасының арасынан бірінші болып тұрақты токты электр қозғалтқышы [(1838 ж.) Б.С.Якоби қозғалтқышы] пайда болды. Заман өзгерген сайын өндірісте жасалып жатқан арнайы электр машиналарының түрлері көп, айта кететін болсақ, тұрақты токты энергияны айнымалы ток энергиясына түрлендіретін машиналар не болмаса керісінше, автоматты басқару жүйелеріндегі бақылау, санау, реттеу – есептегіш құрылғыларында датчик есебіндегі (жылдамдық датчигі) микромашиналар және т.с.с.

Электр машиналары дегеніміз - электртехника мен электроэнергетикада пайдаланатын электр машиналарының түрлерін құрылымдық байланысу сұлбаларын, сонымен қатар пайдаланатын физика заңдарын қарастыратын машина. Жалпы электр машиналар келесідей түрлерге бөлінеді: трансформатор, айнымалы токты машиналар, тұрақты ток машиналар, асинхронды машиналар, синхронды машиналар, қозғалтқыштармен және генераторлардың құрылысын және жұмыс жасау принциптерін қамтиды. Электр энергетикасы саласында электр машиналар келесідей салаларда кеңінен пайданылады: авиацияда, өндірісте, автоматтық басқару мен реттеу саласында және құрылыста, транспортта, механикалық энергияны электр энергиясына және керісінше электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру мақсатында пайданылады.

Жалпы тұрақты токты электр машиналары пайданылуы қарай кернеуі тұрақты болып қалатын, механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіретін электр генераторлары (электр энергиясының көзі генераторлар болып саналады) және тұрақты ток электр энергиясын түрлендіретін электр қозғалтқыштары деп қарастырылады. Осы механикалық энергияны тәжірибе жүзінде, өндірісте пайдаланғанда қандай да бір орындаушы механизмдерді (трамвай, станок, лебедка, троллейбустың, электрпойыздың және т.б.) іске қосу үшін қолданылады. Көп жағдайда, электр машинасына не генератор, не қозғалтқыш ретінде пайданылатын болады. Осы екі жақты энергия түрлендіретін қасиетін машинаның қайтымдылығы деп айтамыз. Сол сияқты, біртекті токтың электр энергиясын келесі бір токтың энергиясына түрлендіру кезінде электр машиналары пайданады. Осындай электр машиналарын түрлендіргіш деп атаймыз.

Неше түрлі кернеу мен қуаттарға арнаған тұрақты ток машиналарын электртехника өндірісінде дайындайды. Жалпы қуаттарына байланысты шартты түрде келісі топтарға бөліп қарастыруға болады:

- қуаты ваттың үлесінен 500 Вт – қа дейін болатын микромашиналар;
- 500 Вт – тан 10 кВт – қа дейін болатын қуаты төмен машиналар ;
- 10 кВт – тан бірнеше жүз киловаттқа дейін болатын қуаты орта машиналар ;

- Бірнеше жүз киловаттан жоғары болатын үлкен қуатты машиналар.

Автокөліктерде пайдаланатын тұрақты ток машинасының кернеуі 6...12 В – ке дейін болса, ал радиотехника құрылғыларында пайдаланатын кернеуі 30 кВ – ке дейін қамтиды. Ең көп пайданылатын тұрақты ток машиналарының кернеуі 110...400 В, қуаты 200 кВт-қа дейін, айналу жиілігі 550...2870 айн/мин ие. Ал микромашинаның айналу жиілігі ондаған айналымнан 30 000 айн/мин дейін жетеді. Көлікте және ауыл шаруашылығында, өнеркәсіп саласында электрқозғалтқыштар көп пайданылады. Радиотехникалық құрылғыларды, байланыс құрылғыларын, және т.б. қоректендіру мақсатында генераторларды пайдаланады. Қазіргі уақытта экономикалық жағынан тиімді, пайдалануға ыңғайлы тұрақты ток көзі ретінде кең қолданыс тауып жүрген, статикалық шала өткізгішті түрлендіргіштерді атап айтсақ болады.

1.1 Тұрақты токты электр машиналарының жұмыс істеуі мен қолдану аймағы

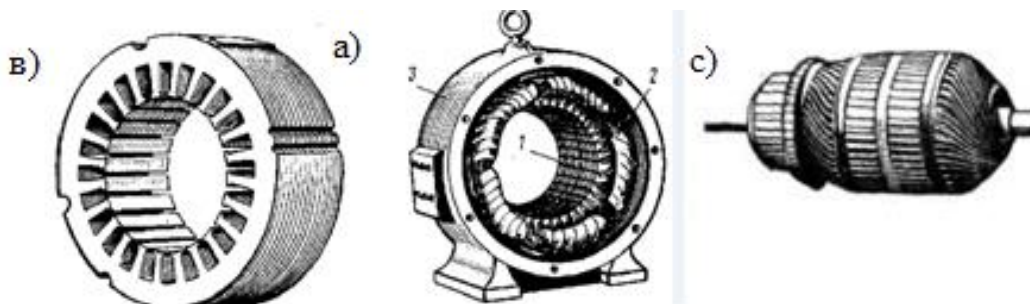
Тұрақты ток машиналары – электр техникалық, өзара қайтымды құрылғылар. Бұл машиналар еш құрылыстық өзгерістерге болмай-ақ, генератор не болмаса қозғалтқыш ретінде жұмыс істей алады. Әдетте, аз қуатты электр энергиясының желілік көзі ретінде тұрақты ток генераторлары, атап айтсақ, синхронды генераторлардың қоздыру орамаларын қоректендіру мақсатында пайданылады. Генератордың құрылысында электр энергиясын алатын щеткалы-түйіспелі құрылғының бар болуы, сол жердегі кернеу мен қуат шамаларын шектейді. Жалпы айналу жылдамдығын кең ауқымда баяу басқару мүмкіндігіне ие болғандықтан тұрақты ток қозғалтқыштары баяу өзгертуді қамтамасыз ететін электр жетектерінде, сонымен қатар белгілі бір құрылыстағы есептеу мен реттеу машиналарында пайдаланатын микро жүргізгіштер іспеттес пайданылады.

Тұрақты ток машиналары ауыл шаруашылығының өндірісінде тәжірибе жүзінде пайданылмайды деп айтсақ та болады. Жылжымалы щеткалы - түйіспелі тетіктері ауыл шаруашылығының шаңды және ылғалды орталарда, және т.с.с. орындарда қарқынды үйкелу әсерінен тозуға әкеліп соқтырады. Осындай жағдайларға байланысты тұрақты токтың қозғалтқыштары трамвайлар мен басқа да көлік түрлерінде де көп қолданысқа ие болды, олардың кең пайдалануға ие болу себебі, олардың айналу жылдамдығын баяу, тиімді, үнемді, кең диапазонда реттеу мен басқару, орнынан қозғалу барысында іске қосу моменттерінің жоғарылығында. Асинхронды қозғалтқыштарға қарағанда тұрақты ток қозғалтқыштарының жүргізу моменті аз айналым жиілігін реттеу шегін соғұрлым аз, сол себепті де олар реттелетін электр жетектерінде теңдесі жоқ құрылғы болуында.

1.2 Тұрақты токты машиналардың құрылысы

Құрылымдық сұлбасы жағынан тұрақты ток машинасының қандай да бір электр машиналарының құрылысынан айырмашылығы аз. Машинадағы негізгі қозғалмайтын бөлік – статор, оның ішіндегі қозғалатын бөлік ротор орналасқан. Қуаты шағын үлкен емес машиналарда статорды қуыс цилиндр тәріздес ал үлкен қуатты машиналарда көп қырлы цилиндр тәрізді етіп дайындайды. Магнит өтімділігі жоғары материал ретінде статорды дайындау кезінде электртехникалық болат қолданылады. Тірек ретінде роторға қызмет жасайтындар подшипниктер. Бүйірлік қалқандарға оларға бекітілген. Статорда орналасқан магнит полюстерінің қоздыру орамы қозғалмайды, ал роторда орналасқан негізгі якорьге тән орам магнит өрісінде айналады. Жалпы тұрақты ток машинасы якорден, қоздыру орамасынан, полюс ұштамаларынан, статор жармасынан (станина), коллектордан, щетка құрылғысынан, якор орамасынан, негізгі және қосалқы полюстерден және т.с.с. көмекші құрылғы бөлшектерінен тұрады. Машина құрылысында болатын негізгі элементтер 1.1 мен 1.2-суреттерінде берілген.

Статордың жармасы. Тұрақты ток машинасының қозғалмайтын бөлігі – статордың табаны, оның қызметі полюстер мен машинаның іргетасқа орнатылуын қамтамасыз етеді. Полюстер орнатылған станинаның бөлігі жарма деп аталады.

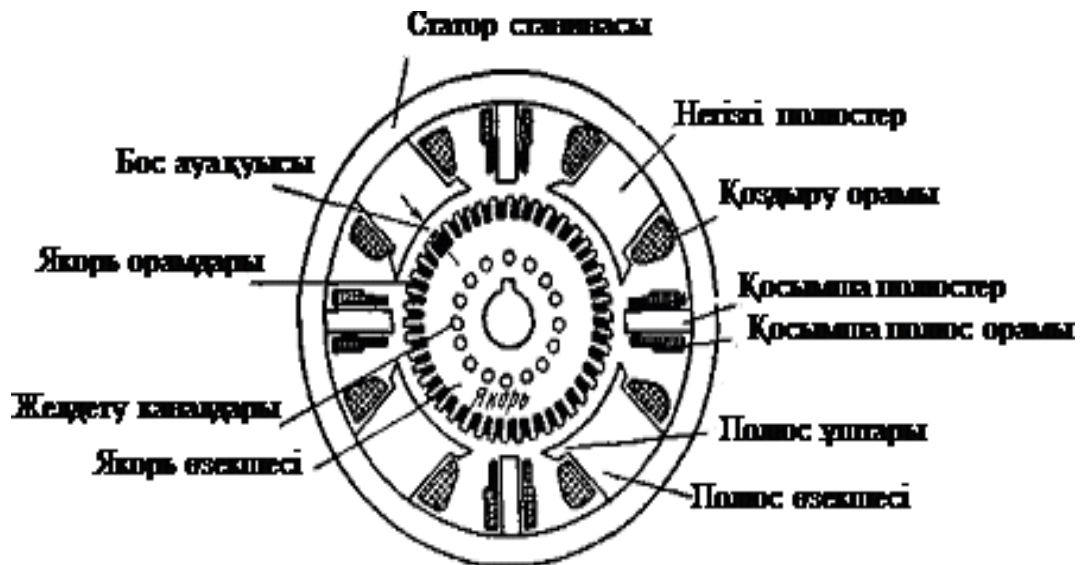


а-статор; в- калқан; с- коллекторымен бірге ротор
1.1 сурет - Бөлшектенген түрдегі тұрақты ток машинасы

Бұлар магнит өткізгіштің бір бөлігі болып саналады, сондықтан сол арқылы өтетін магнит ағынына тиімді жағдай жасау мақсатында, оны магнит өткізгіштігі жоғары болатын болаттан не болмаса арнайы шойыннан дайындайды. Құймалы болаттан не болмаса тұтас созылған болат құбырдан жарманы жасайтын технологияны даярлайды. Магнит өрісі негізгі полюстерде тұрақты болуына байланысты, бұл жерде қ ұйынды токтар мен гистерезис құбылысы орын алмайды.

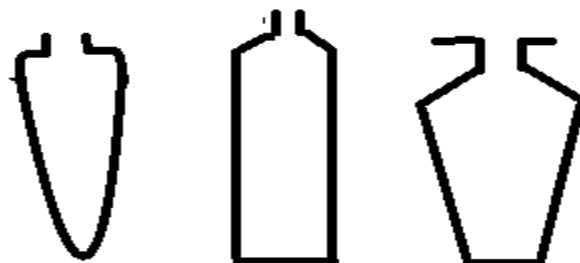
Якор. Машинаның айналатын бөлігі - якор, оны 0,5мм қалыңдықтағы қалыпты, дөңгелек электр техникалық болаттан жасалған, жұқа қаңылтырдан тұратын цилиндр. Жұқа қаңылтырлар етіп жасағандықтан оны жинаған соң, белгілі бір тетікпен қысады, якордың сыртқы бетін жағалай тістер мен

ойықтар орналасады. Якор ойықтары, көп жағдайда ашық болады, ал асинхронды машиналар роторының ойықтары тәрізді кішкене машиналар үшін жабық болады (1.3 сурет). Қаңылтырларды жинап болғаннан соң пайда болған бойлық ойықтарға якордың орамаларын төсейді (1.4 сурет).



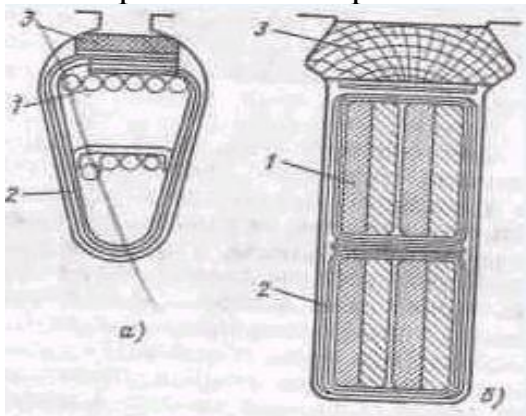
1.2 сурет - Тұрақты ток машинасының негізгі бөлшектері

Арнайы электртехникалық болаттан якордың қаңылтырлары жасалады, олардың магнитөткізгіштігі, қалыпты жағдайдағы құрылымдық болаттан әлдеқайда жоғары. Яғни, осы магнит ағынының магнитөткізгіш темірінен өтуіне ыңғайлы жағдай жасайды және гистерезис құбылысы арқылы магнитөткізгіште артық магниттелу шығынын төмендетеді. Якорде болатын құйынды токка (Фуко тогына) электр кедергісін ұлғайту мақсатында тұтастай емес, жұқа қаңылтыр жиынтығынан жасалады.



1.2 сурет –Якордың ойықтарының түрлері

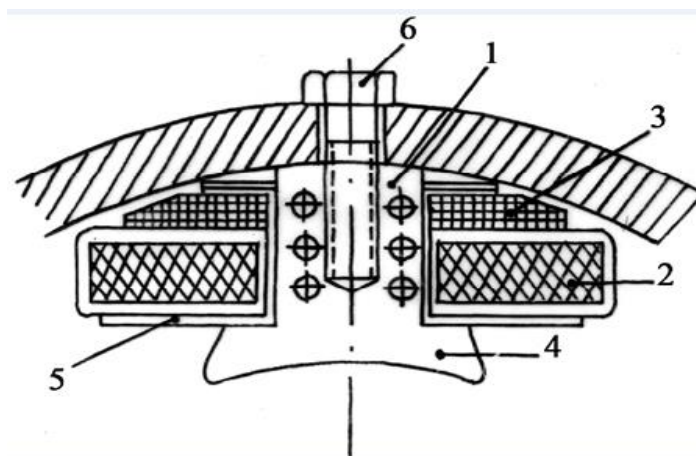
Электрлік кедергіні ұлғайту мақсатында қаңылтыр қалыңдығын, оның механикалық беріктілігін сақтайтын шекке дейін жұқартады. Якорды жинағаннан соң электр тұрғысынан қарағанда қаңылтырлар тізбектей жалғасқан болмау мақсатында оқшаулағыш лак жағады, яғни қаңылтырдың саны қанша болса, соғұрлым сонше есе Фуко тоғы кемітін болады. Фуко тоғының әсерінен болатын электр шығынын біршама төмендетеді.



1.4 сурет - Якордың жартылай жабық (а) және ашық (б) ойықтары

Яғни, магнит кедергісін төмендету мақсатында арнайы электр болатынан, электр кедергісін ұлғайту мақсатында болаты жұқа қаңылтыр етіп тіліп, жинап, лак жағыып дайындайды. Бұл орындаулар құйынды токтар мен гистерезис құбылысынан болатын электрлік және магниттік шығындарын төмендетеді.

Негізгі полюстер. Машинада негізгі бас полюстер негізгі магнит ағынын тудыруға және өткізу үшін полюстік өзекшеден, полюстік ұштықтан тұрады, кейбір жағдайда оны «башмак» деп атайды, себебі оның құрылымы темір жол башмағы тәріздес (1.2сурет), полюстік ұштықтарына осындай пішінді ауа саңылауы арқылы магнит ағынын өткізуді жеңілдету мен оның зәкір бетінің полюсіне біртекті орналасуын қамтамасыз ету мақсатында берілген.

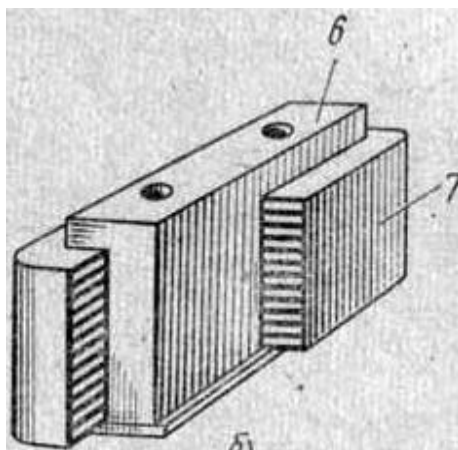


1-өзекше; 2-қоздыру орамасы ; 3-станина; 4-полюстың ұштықтары; 5- катушканың қаңқасы; 6- бекіту болты.

1.5 сурет - Негізгі полюс

Көп жағдайда, полюстердің қалыңдығы 1мм электртехникалық болаттан дайындалады, оқшауланған қаңылтырлардан жинайды, себебі якор тістілігінен туындайтын полюс ұштықтарының жоғары қабаттарында магнит индукциясының соғуы нәтижесінен пайда болған, құйынды токтардан келетін шығынды төмендету мақсатында, индукцияның үзіктенуі арқылы қабаттардың жоғарғы бетіне енеді. Бірақ технологиясына қарай бүкіл полюстерді қаңылтырдан жинаған ұтымды. 1.5 суретте тұрақты ток машинасының негізгі полюсі көрсетілген.

Қосалқы полюстер. Қосалқы полюстер қосымша магнит өрісін тудыруға арналған, ол якор реакциясының орнын басады және машина жұмысының әр түрлі тәртібінде, коллектордағы щетканың ұшқын болмайтын жұмысын қамтамасыз етеді. Бұ полюстерді де соғылған болаттан не болмаса электртехникалық болаттың қаңылтырынан дайындайды. Негізгі полюстердің арасында қосалқы полюстер орналасады және ярмаға болаттармен орнатылады. Қосалқы полюстер 1.6 суретте келтірілген.

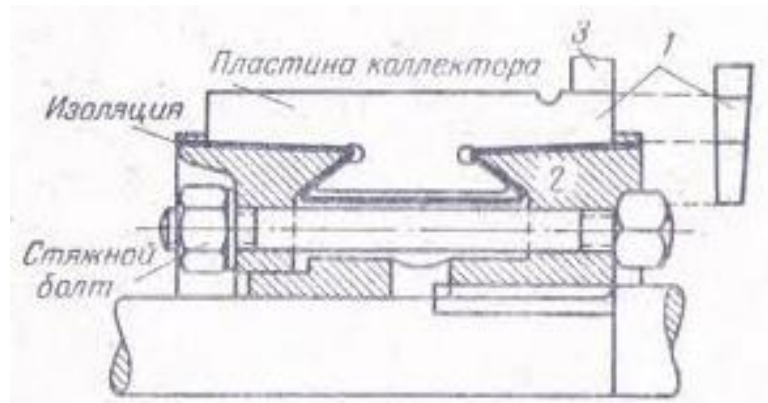


6-өзекше; 7-қоздырғыш орама
1.6 сурет – Қосалқы полюс

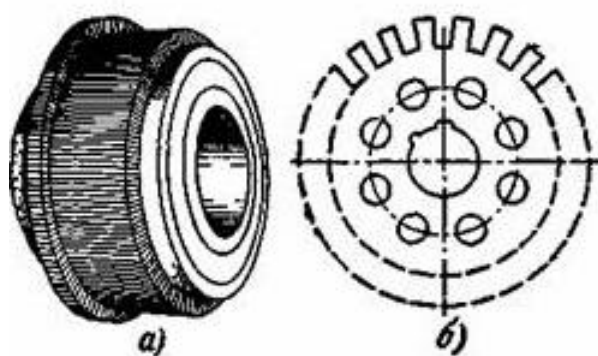
Коллектор. Механикалық түзеткіштің құрамдас бөлігі - коллектор, ол якор орамасында индукцияланатын, генератордан шығатын айнымалы синусоидалы ЭҚК-ін тұрақты ЭҚК-ке айналдырады. Сына пішінде, мыс қаңылтырдан коллекторды жасайды, оларды бір-бірінен. Сонымен бірге миконит төсеніштермен мен манжеттер арқылы коллектордың сыртынан оқшаулайды.

Ыстық күйінде қаңылтырларды цилиндр корпусқа оның қисық беттері дәл цилиндр іспеттес болу мақсатында айналдыра жонылады. Коллектордың қаңылтыры құрылысын 1.7 суретте көреміз. Айналу жылдамдығы жоғары

кезінде тез айналатын машиналарда, щеткалардың дірілі болмау үшін, диск іспеттес коллектор пайданылады, айналу білігіне олардың жанасу беті тік орналасқан. зәкірімен бірге коллектор 1.8 а суретте берілген.

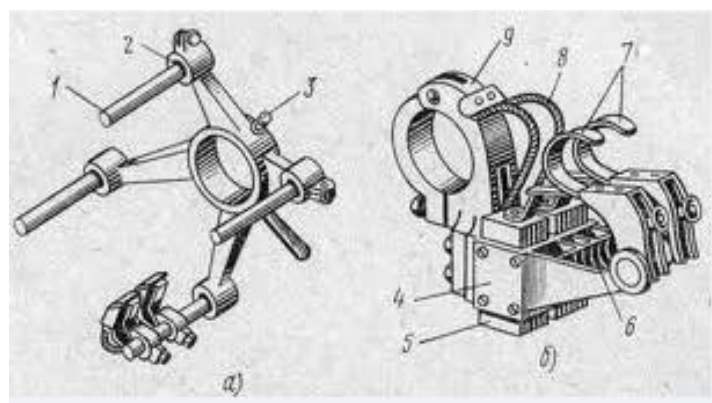


1.7 сурет - Коллектор қаңылтырының құрылысы



1.8 сурет - Коллектордың жиналған түрі (а) және якор қаңылтыры (б)

Щеткалық аспап. Электр энергиясын коллектордан алуға не болмаса беруге арналған щеткалы аспап пайданылады. Аспап серіппелері бар щетка ұстағыштан, щетка шыбығынан, көмірден, щетка траверсінен, графиттен немесе металграфитті щеткадан, ток алатын шиндерден тұрады. Щетка, щеткаұстағышқа салынып коллекторға серіппемен ұстатылып тұрады. Щеткаұстағыш щетка шыбығына бекітіледі де, коллекторға арнайы жағдайда орнатылады. 1.9 суретте щетка мен щетка ұстағыш көрсетілген.



1.9 сурет - Щеткалық аспап

Щетка ұстағыштар қалқанға немесе қаңқамен байланысады. Машина полюстеріне қарағанда траверстерді бұру арқылы, бүкіл щеткалардың жүйесінің орналасуын өзгертуге болады. Щеткалар геометриялық бейтарапта болған кезде, ЭҚК ең үлкен шамасын алу мақсатында, полюс осіне тік түсетін сызықта орнатылады. Оқшауландырғыш төсемелермен төлкелер ккмегімен щетканың болттары траверстен оқшауланады. Траверс пен щетка ұстағыш 1.2 суретте берілген.

Қоздыру орамалары. Магнит өрісін тудыру мақсатында қоздыру орамалары машинаның якор айналатын полюс аралық кеңістікте орналасады. Қоздыру орамасы каркаска оралған, полюс өзекшесіне кигізілетін, шартты түрде дайындалған (1.5 сурет). Қуаты орта немесе аз машиналардың қоздыру орамасында каркассыз шарғылар жиі пайданылады. Жылу өткізгіштігін арттырып, ылғал өткізгіштігін төмендету мақсатында қоздыру орамасының шарғысын лакпен көп қайтара бояйды. Жалпы алғанда, машиналардың негізгі және қосалқы полюстерінің қоздыру орамаларын дайындау технологиясында айырмашылық жоқ.

Якор орамасы. Тұрақты ток машинасының маңызды құрамдыс бөлігі - якор орамасы, ол магнит энергиясына электр энергиясын не болмаса электр энергиясына магнит энергиясын айналдырады. Якордың бойлық ойықтарына якор орамасының орамдарының өткізгіштері орналасады, сондай-ақ олардың ұштары коллектордың қаңылтырымен байланысады.

Якор орамасын электр сұлбаларында «ЯО», ал олардың ұштарын Я₁ мен Я₂ деп белгілейді. Айнымалы ток машиналарындағы сияқты тұрақты ток машиналар якорының орамасын толқындық және тұзақтық деп бөлуге болады, сондай-ақ олардың ұштары коллектор қаңылтырларымен байланысады. Тұйықталған өткізгіштер жүйесіне байланысты орамалар қарапайым немесе күрделі болып келеді. Якор орамасының негізгі элементі секция болып саналады. Секцияның якор орамасы - өзара байланысқан екі коллектор қаңылтырлары ұштарымен байланысқан бөлігі.

Секция бір не болмаса бірнеше орамдардан құралуы мүмкін. Мүмкіндігінше якор полюсінің бөліктеріне бірдей етіп секцияның ені таңдап алынады:

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_{я}}{2p} \quad (1.1)$$

мұндағы τ - якор шеңбері бойынша көршілес осінің арасындағы, қашықтыққа тең болатын полюстік бөліну;

$2p$ –полюстер саны;

$D_{я}$ - якордың сыртқы шеңбері.

Секцияның жақтары екі қабат болып, зәкір ойықтарына, оның бір жағы ойықтың жоғарғы қабатында, ал екінші жағы төменгі қабатта орналасады.

Секциялар бір-бірінен бірізді не болмаса қатарласа орналасуы мүмкін. Бұл жерде тұйықталған ораманың параллель тармақ саны екіден кем болмауы қажет:

$$2a \geq 2 \quad (1.2)$$

Жалпы ораманың симметриялығын сақтау мақсатында бөлімдердің жалпы саны қатарлас тармақтардың әрқайсысына, олардың тек бүтін саны келетіндей етіп есептеледі, яғни:

$$c/a = \kappa/a = \text{бүтін сан}, \quad (1.3)$$

мұндағы c – секцияның саны;

κ – коллектордың қаңылтыр саны;

a – якор орамасының параллель тармағындағы жұптардың саны; Жалпы жағдайда:

$$C = \kappa = Z, \quad (1.4)$$

мұндағы Z - элементар ойын саны, секция жақтарының жұп қатары санына тең.

Орамалар қадамдармен жазылады. Бірінші қадам Y_1 - бөлімнің жоғары не төмен жақтарының арасындағы арақашықтығы немесе бөлім ені. Екінші қадам Y_1 - бірінші қадамның төменгі жағы және келесі бөлімнің жоғары жағы арасындағы арақашықтық.

Соңғы қадам Y - бірінен соң бірі орналасқан бөлімдердің жоғары жақтарының арасындағы қашықтығы. Коллектор қадамы $Y_{\kappa 1}$ - бөлімнің жоғары және төменгі жағы арасындағы арақашықтығы, коллектор шеңбері бойынша. Осы арақашықтық көбінесе коллектордың бөліну санымен өлшенеді. Қадамдардың қатынасына байланысты орама оң және сол, сондай-ақ қарапайым және күрделі болып бөлінеді.

1.3 Қозғалтқыштың электрлік тепе-теңдік теңдеулері

Жалпы алғанда, генераторлардың қоздырғыш жүйесі электр қозғалтқыштарының қоздырғыштары болып саналады. Қозғалтқыштардың кеңінен таралған қоздыру түрлері параллель, тізбектей және аралас қоздырулар. Қозғалтқыштардың осы қоздыру түрлерінің жұмыс жасауын талдасақ, жылдамдық және механикалық сипаттамаларына, сонымен қатар электрлік тепе-теңдік теңдеулеріне сүйенеді.

Орныққан жұмыс кезіндегі тұрақты ток қозғалтқыштарының электрлік процестері оның электрлік тепе-теңдік теңдеуімен жазылады. Тұтынатын электр энергиясына якор орамасына берілген кернеу тура пропорционал, якор

тізбегіндегі гистерезис құбылысын, механикалық энергияға айналған пропорционал ЭҚК-тен, щетка түйіспелері мен механикалық үйкелістерді құйынды токтарды ескере отыра, кедергілердің ықпалынан энергияның шығынына пропорционал шамадан артық болуы қажет. Мұны математикалық түрде сипаттасақ:

$$U = E_{я} - I_{я}R_{я} \quad (1.5)$$

1.4 Тұрақты токты қозғалтқыш қуатының энергетикалық тепе-теңдігі

Қоздырудың желіден алатын электр энергиясы, якор білігін айналдыратын механикалық энергияға айналдыру үдерісі магниттік, электрлік және механикалық шығындармен қатысты болып саналады. Қозғалтқыш білігіндегі P_1 механикалық қуат желіден алатын электр энергиясынан қозғалтқыштардың өзінде болатын бүкіл шығындардың шамасындай төмен болады:

$$P_2 = P_1 - P \quad (1.6)$$

мұндағы P_1 - желіден алынған электр қуаты:

$$P_1 = UI \quad (1.7)$$

P – механикалық, магниттік, электрлік және қосымша шығындардың қосындысы. Бұл шығындар келесілерден құралады:

- якор орамасының электр шығыны ($P_{я}$);
- қоздыру орамасының электр шығыны ($P_{с}$);
- щетка және түйіспелі құрылғыларындағы электр шығыны ($P_{щ}$);
- магнитөткізгіштың болаттарындағы электрлік шығын ($P_{с}$);
- желдеткішті қалқан мен щетканың коллектор бетіне үйкелесінен болатын механикалық шығындар ($P_{мех}$);
- магнит өрісі тістерінде соғылуынан болатын шашырау салдарынан және басқа да себептерден болатын қосымша шығындар ($P_{қос}$):

$$P = P_{я} + P_{с} + P_{щ} + P_{мех} + P_{қос} \quad (1.8)$$

мұндағы

$$P_{я} = I_{я}^2 R_{я} \quad (1.9)$$

$$P_{с} = I_{я}^2 R_{сов} + I_{к}^2 R_{щов} \quad (1.10)$$

$$P_{щ} = U_{щ} I_{я} = 2(0,3...1,1)I_{я} \quad (1.11)$$

$$P_c = P(1/150)(f/50)^\beta B^2 G \quad (1.12)$$

Мұндағы $P(1/50)$ -болаттың, $B=1\text{Тл}$ және $f = 50\text{Гц}$ (анықтамалық мәлімет) болған кездегі салыстырмалы шығындары; $\beta = (1,2,\dots,1,5)$ - электрлік болаттың сұйрыпына қатысты коэффициент; f -магнитөткізгіштің есептік бөлігінде болаттың аса магниттелу жиілігі Гц; B - машинаға сәйкес бөлшегінің есептік индукциясы, Тл; G -қарастырған бөліктің салмағы, кг. Механикалық және қосымша шығындарды табу өте күрделі, сол себепті оларды қосымша шығындармен бірге, келесідей өрнекпен анықтауға болады:

$$P_{\text{кос}} = (0,012, \dots, 0,008)P_1 \quad (1.13)$$

Пайдалы әсер коэффициенті келесі өрнекпен есептеледі:

$$\eta = P_2 / P_1 = (1 - \Sigma P) / P_1 \quad (1.14)$$

1.5 Қоздыру кезіндегі тұрақты ток қозғалтқыштарының әр түрлі жылдамдық, механикалық және жұмыстық сипаттамалары

Тұрақты ток қозғалтқышының қасиеттері іске қосу, тежелу, жылдамдық, механикалық және жұмыстық сипаттамаларын толықтай қарастырғанда анықталады.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының сипаттамалары қоздыру түріне, жүйесіне тәуелді, оларға анализ жасау кезінде сипаттамаларға көп көңіл аударылады. Қозғалтқыштардың тәуелсіз қоздыруыды көп қолданбау себебі, олардың сипаттамалары бұл жерде қаралмайды. Тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдықты реттемелік сипаттамасы дегеніміз, яғни кернеу U мен қоздыру тогы I_e тұрақты болған кезде, якор бөлігінің айналымы мен зәкір тогына I_a қатыстылығы не болмаса: $U = \text{const}$ болса, $n = f(I)$ және $I_e = \text{const}$ болса жылдамдық сипаттамасы келесі өрнекпен есептеледі:

$$n = (U - I_a R_a) / (C_e / \Phi) \quad (1.15)$$

Бұл өрнек қозғалтқыштың электрлік тепе-теңдігі мен якор ЭҚК теңдеулерін бірге қарап, шешкеннен соң алынғаны.

Параллель қоздырғышты тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдық сипаттамасына (1.12) өрнекті талдасақ, қозғалтқыш білігінің айнымалы зәкір кернеуінің қысқаштарындағы кернеуге U тура пропорционал, I_a -пен қоздыру орамасындағы токқа I_b зәкір орамасындағы ток (магнит ағынының Φ) кері пропорционал екенін көрсетеді.

Якор реакциясы әсерінен қозғалтқыштағы жүктеме артқан сайын бір мезгілде қоздыру орамасындағы магнит ағыны Φ төмендейді, якордегі ток I_a ұлғайды. Алайда, токтың I_a өсуі магнит ағынының төмендеуіне қарағанда айтарлықтай болады, сол себепті де жүктеме ұлғайғанда айналу жылдамдығы төмендегенмен айтарлықтай болмайды. Қоздыру орамасы магнит ағынының төмендеуін қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығы ұстап отырады.

Параллель қоздыру орамасы бар қозғалтқыштардың қоздыру токтарының көмегімен магнит ағынын өзгерту арқылы айналу жылдамдығын баяу және тиімді басқаруға мүмкіндік беретін жақсы қасиеттерге ие. Қоздыру тогы төмендегенде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы өседі, ал қоздыру тогы өскенде қозғалтқыштың жылдамдығы төмендейді. Осы электр қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеудің ең қолайлы әдісі, себебі қоздыру тогының төмендігінен, қоздыру орамасында болатын қуаттың шығыны, электр қозғалтқыштың номинал қуаттылығының пайыздық үлесін құрайды.

Тізбектей қоздыру орамасы бар тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдық сипаттамасы «иілгіштікке» жатады, яғни, айналу жылдамдығының жүктемеге тәуелділігі нақты байқалады. Осындай сипаттамалар гипербола тәрізіндегі сипатта болады, бұл тізбектей қоздырылатын қозғалтқыштардың айрықша қасиеті болып саналады. Сериесті қозғалтқыштың сериестік сипаттамасының теңдеуі де параллель қоздырылатын қозғалтқыштармен ұқсас келеді. Тізбектей қоздыру орамасы бар қозғалтқыштардың қоздыру тогы якор тогына тең, сонымен қатар өзгеріске ұшырайтын болғандықтан, осындай қозғалтқыштардың магнит ағындары жүктемеден біршама дәрежеде тәуелді болады, ол оның жылдамдық сипаттамасының айрықша көрініске ие. Төмен және орта жүктеме барысында магнит тізбегі қаныққан уақытта, магнит ағынының өзгеруі, ток өзгерісіне пропорционал болажаы, сонымен қатар қозғалтқыштың айналу жылдамдығы жүктемеге қатты тәуелді болып саналады. Жүктеме ұлғайған сайын, қозғалтқыш магнит тізбегінің Φ өсу қарқыны азаймайды, жылдамдығы аз жүктелу аралығымен салыстырғанда аз дәрежеде өзгере түседі. Жылдамдықтың сипаттамасы «катал» бола түседі. Тізбектей қоздыру орамасы бар қозғалтқыштың кемшілігі, жүктеме төмен болған жағдайда, сәйкесінше магнит ағыны біршама төмендейді. (1.15) теңдеуге сәйкес айналу жылдамдығы тез ұлғаяды. Яғни, қозғалтқыш «басқару аймағынан ауытқиды» да, айналу бірнеше есеге ұлғая түседі, бұл қозғалтқыштың айналу бөліктерінің механикалық тозуына алып келуі мүмкін. Сол себепті де, сериесті қозғалтқыштарды «бос жүріс» кезінде және жүктеме аз кезінде жалғауға болмайды.

Аралас қоздыру орамасы бар қозғалтқыштың жылдамдық сипаттамасы. Аралас қоздыру орамасы бар қозғалтқыштың жылдамдық сипаттамасының теңдеуі параллель қоздыру орамасы бар қозғалтқышқа ұқсаса, айырмашылығы тек бір магнит ағынының орнына өзара үйлесімді не болмаса өзара қарсы әрекет ететін екі магнит ағындары болады:

$$n = (U - I_a R_a) / C_c \cdot (\Phi_{шоб} \pm \Phi_{сов}) \quad (1.16)$$

Мұндағы $\Phi_{шоб}$ мен $\Phi_{сов}$ - сәйкесінше шунттық пен сериестік қоздыру орамларының магнит ағындары, шунтты және сериестік қоздыру орамаларының «+» сәйкес, ал «-» қарсы жалғануы. Сериестік ораманың орам санын өзгерте отыра және оны шунттық орамамен байланыстыру көмегімен параллель қоздыру орамасы бар қозғалтқыштан тізбектей қоздыру орамасы бар қозғалтқыштардың орамасын алып жатқан топтамасын алуға болады. Бұл артықшылықтығы, яғни жүктемесіз жұмыс жасау барысында айналым жылдамдылығы басқарудан ауытқып кетуі болмайды. Сел себепті де, айналым жылдамдығының шектен ауытқып кетуін, якор орамасына әрдайым жалғаулы болатын шунттық қоздыру орамасының $\Phi_{шоб}$ магнит ағыны тежеп отырады.

Тұрақты токты қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары. $U = \text{const}$ мен $I_b = \text{const}$ тең болғанда, $n = f(M)$ тәуелділігін механикалық сипаттама деп атаймыз. Бұл сипаттаманың теңдеуі тұрақты ток қозғалтқышының моменті мен жылдамдық сипаттамасымен (1.16) бірге шешу арқылы табылады.

$$M = C_m L_{я} \Phi n = ((U / c_e \Phi)) - (MLR_{я} / c_n \Phi^2) \quad (1.17)$$

мұндағы c_n - тұрақты коэффициент, ол тең болады:

$$c_n = c_e L c_m \quad (1.18)$$

Тұрақты токты қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы оның жылдамдық сипаттамасынан тек абцисса осінің масштабымен ғана айырмашылықта болып тұр.

Аралас және параллель қоздыру орамалары бар қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының қатаңдығы неше түрлі дәрежедегі құлдыраудың сипаты болып саналады.

Қаныққан түріндегі, гиперболалық сипатта сериесті қозғалтқыштардың механикалық сипаттамасы ие болады. Жүктеме өзгерген уақытта, тізбектей қоздыру орамасы бар қозғалтқыштың болатының қанығуы үлкен ауқымда өзгеріске ұшырайтын болғандықтан, оның түрі жалпы заңдылықты сақтай отыра, гипербола түрінен өзгере бастайды. Тізбектей қоздыру орамасы бар тұрақты ток қозғалтқышының айрықша сипаты, яғни олардың жүргізу моменті ұлғайғанымен, қандай да бір тәртіппен жұмыс жасағанда да жұмыстың тұрақтылығын қамтамасыз ете алатын өзіне тән механикалық сипатының болуы. Осы ерекшелігіне байланысты оны көлік электр жетегінде пайдалануға жол ашады. Жұмыстық сипаттамалары якордегі токтың тұтынылған электр қуатының Р-якор білігінің айналу жылдамдығы n , біліктегі момент M пен қозғалтқыш ПӘК-інің берілген кернеуден және қоздыру орамасындағы ток мәндері тұрақты болған жағдайда, қозғалтқыш білігіндегі

механикалық қуатқа P_2 тәуелділігі болып саналады. Яғни, $U = U_{\text{я}} = \text{const}$ мен $I_{\text{с}} = \text{const}$ тең болған кезде I , P_1 , n , M , $\eta = f(P_2)$ болып саналады. Осындай қоздыру орамалары бар қозғалтқыштың айналу жылдамдығының біліктегі қуаты ауытқиды. Осындай жылдамдық сипаттамасын «қатан» деп жиі атайды. Қозғалтқыштың номинал жұмыс кезіндегі айналу жылдамдығының өзгеруі, көп жағдайда $(0,08 \dots 0,02) n_{\text{хх}}$ шамасынан жоғары болмайды. Бірінен соң бірі орналасқан орамалардың орам сандары мен оларды параллель орамаға байланысу әдісін таңдау көмегімен, айналу жылдамдығын жүктемеден толық тәуелсіз етуді ғана емес, оған қоса оны аздап ұлғайтуға да болады.

1.6 Айналу жылдамдығы мен бағытын реттеу әдістері

Тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жылдамдықтарын реттеу әдістері, оның жылдамдық сипаттамалары теңдеулеріне енетін өлшемдерін өзгертуімен қатысты (1.16). Осындай өлшемдерге кіретіндері:

- якор орамасына берілген кернеулер U ;
- якор орамасының тізбегіндегі кедергі $(R_{\text{я}} + R_{\text{кос}})$;
- қоздыру орамасының магнит ағыны Φ .

Тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жылдамдықтарын өзгерту айналу ұлғайту жағына қарай да, төмендету жағына қарай да жүргізуге болады. Айналу жылдамдығын азайтуды желідегі кернеудің тұрақты болған уақытында ($U = \text{const}$) якор орамасы тізбегінің кедергісі реттелетін резистор көмегімен, ол якор орамасына берілетін кернеуді төмендетумен бірдей жасалады. Тұрақты ток қозғалтқыш якорының айналымын төмендету әдісі, басқару резисторының кедергісіндегі электр шығындарының мол болуына байланысты экономикалық жағынан қолайсыз болғандықтан, оған бірдей келер балама жоқ. Тұрақты ток қозғалтқышының айналымдарын ұлғайту әдістерінің неғұрлым қолайлы әрі үнемдісі шунттық қоздыру тоғы, яғни магнит ағынын төмендету болып саналады. Осы әдіс арқылы қозғалтқыштың айналуын төмендету мүмкін емес, себебі қоздыру тоғын реттеуші резисторды енгізу арқылы төмендетуге болады, бірақ ұлғайтуға болмайды. Тұрақты ток қозғалтқышының қоздыру орамасының полюстерін ауыстыру не болмаса якор орамасының полюстерін бірінің қысқыштарына ауыстырып қосу арқылы айналу бағытын өзгертумен жұмыс жасауға болады. желінің полюсін ауыстырып өзгерту айналу бағытын тәуелсіз қоздыру немесе тұрақты магниттен қоздыру қозғалтқыштарынан басқа мүмкін емес.

2 Негізгі шамаларды таңдау

ПӘК алдын ала мәні $\eta_{\text{н}} = 85\%$.

Номиналды ток (алдын ала мән) мынадай формула бойынша анықталады:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\eta_H \cdot U_H}, A \quad (2.1)$$

$$I_H = \frac{22000}{0,85 \cdot 110} = 235,3 \text{ A}$$

Зәкір тогы мынадай формула бойынша анықталады:

$$I = \frac{P_H \cdot 10^3}{U_H} \cdot (1 - K_B), A \quad (2.2)$$

мұндағы K_B – коэффициент, 0,035 – 0,02 аралықта 10 – 100 кВт қуатта болатын машиналар үшін алынған.

$$I = \frac{22000}{110} \cdot (1 - 0,03) = 194 \text{ A}$$

Жалпы мақсаттағы электр машиналарына арналған электр магниттік қуат:

$$P' = P_H \cdot \frac{1 + \eta_H}{2\eta_H}, \text{ кВт} \quad (2.3)$$

$$P' = 22 \cdot \frac{1 + 0,85}{2 \cdot 0,85} = 23,94 \text{ кВт}$$

Машинаның сыртқы диаметрі келесі теңдеуден анықталады:

$$D_C = 2 \cdot h - (8 \div 10) \cdot 10^{-3}, \text{ м.} \quad (4.4)$$

$$D_C = 2 \cdot 0,225 - 9 \cdot 10^{-3} = 0,441, \text{ м.}$$

Төрт полюсті ($2p = 4$) машиналар үшін $D \approx h$.

$$D = h = 0,225 \text{ м}$$

Зәкірдің желілік жүктемесі тең болады $A'' = 25000 \text{ A/м}$;

Ауа саңылауының индукциясы тең болады $B_\delta = 0,7 \text{ Тл}$;

Полюсті доғаның есептік коэффициенті $\alpha_\delta = 0,65$;

Зәкірдің есептік ұзындығы:

$$l_{\delta}'' = \frac{6,1 \cdot P' \cdot 10^3}{\alpha_{\delta} \cdot A'' \cdot B_{\delta} \cdot D^2 \cdot n_H}, \text{ м} \quad (2.5)$$

$$l_{\delta}'' = \frac{6,1 \cdot 23,94 \cdot 10^3}{0,65 \cdot 2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,7 \cdot 0,225^2 \cdot 1500} = 0,169 \text{ м}$$

Зәкірдің магнит өткізгіштігінің ұзындығы оның диаметріне қатынасы:

$$\lambda = \frac{l_{\delta}''}{D} \quad (2.6)$$

$$\lambda = \frac{0,169}{0,225} = 0,75$$

Жалпы өнеркәсіпте қолданылатын машиналар үшін ұсынылған мәндер $0,4 \leq \lambda \leq 1,25$ аралықта. Машина полюстерінің саны $2p = 4$ тең. Полюстік бөлу:

$$\tau = \frac{\pi \cdot D}{2p}, \text{ м} \quad (2.7)$$

$$\tau = \frac{3,14 \cdot 0,225}{4} = 0,176 \text{ м}$$

Полюстік ұштың есептік ені:

$$b_p = \alpha_{\delta} \cdot \tau, \text{ м} \quad (2.8)$$

$$b_p = 0,65 \cdot 0,176 = 0,115 \text{ м}$$

Полюстік ұштың нақты ені $b_p = l_{\delta}$.

2.1 Якор орамаларын таңдау

Параллель орамдардың тогы:

$$I_a = \frac{I}{2a}, \text{ А} \quad (2.9)$$

$$I_a = \frac{194}{2} = 97 \text{ А}$$

Якор орамасының тиімді өткізгіштерінің алдын ала жалпы саны:

$$N' = \frac{\pi \cdot D \cdot A''}{I_a}, \quad (2.10)$$

$$N' = \frac{3,14 \cdot 0,225 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{97} = 182$$

Якор паздарының соңғы шектері:

$$Z_{\min} = \frac{\pi \cdot D}{t_{1\max}} \quad Z_{\max} = \frac{\pi \cdot D}{t_{1\min}} \quad (2.11)$$

мұндағы t_1 – тістік қадам, келесі қатынастардан әртүрлі айналу биіктіктері үшін анықталатын шеткі шегі:

h, мм	80–200	225–315	355–500
t, мм	10–20	15–35	18–40

$$t_{1\max} = 35; \quad t_{1\min} = 15;$$

$$Z_{\min} = \frac{3,14 \cdot 225}{35} = 20,2; \quad Z_{\max} = \frac{3,14 \cdot 225}{15} = 47,1$$

Паздардың шамамен санын мына формула бойынша анықтауға болады:

$$Z = 2p \left(\frac{Z}{2p} \right) \quad (2.12)$$

$$\frac{Z}{2p} = 11 \quad \text{қатынасы.} \quad Z = 4 \cdot 11 = 44$$

Z таңдалған кезде t_1 :

$$t_1 = \frac{\pi \cdot D}{Z}, \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{3,14 \cdot 0,225}{44} = 0,016 \text{ м} \quad (2.13)$$

Пазадағы тиімді өткізгіштердің саны (бүтін сан):

$$N_n = \frac{N'}{Z} \quad (2.14)$$

$$N_n = \frac{176}{44} = 4$$

$$N = Z \cdot N_n = 44 \cdot 4 = 176$$

Коллекторлық табақшалардың (пластиналардың) ең көп саны:

$$K = u_n \cdot Z \quad (2.15)$$

Мұндағы u_n – бір нақты бөліктегі қарапайым паз саны және $u_n = 1$.

$$K = 1 \cdot 44 = 44$$

Көршілес коллекторлық табақшалар арасындағы кернеу:

$$U_{k.ср.} = \frac{2p \cdot U_H}{K}, B \quad (2.16)$$

$$U_{k.ср.} = \frac{4 \cdot 110}{44} = 10 \text{ B}$$

Коллекторлық бөлу:

$$t_k = \frac{\pi \cdot D_k}{K}, M \quad (2.17)$$

мұндағы D_K – коллектордың диаметрі және жартылай жабық пазалар кезінде $D_K = (0,65-0,85)$.

$$t_k = \frac{3,14 \cdot 0,168}{44} = 0,012 \text{ м}$$

Коллекторлық табақшалар санын нұсқаларды салыстыру арқылы анықтайды.

2.1 кесте – Зәкір орамасын орындау нұсқалары

№	u_n	$K = u_n Z$	$W_c = N/2K$	$U_{k \text{ op.}}$	$t_k, \text{ мм}$
1	1	44	2	10	12
2	2	88	1	5	5,9
3	3	132	0,66	3,3	3,99
Қабылданған	1	44	2	10	12

Секциядағы орамдар саны (бүтін сан):

$$W_c = \frac{N}{2 \cdot K} \quad (2.18)$$

$$W_c = \frac{176}{2 \cdot 44} = 2$$

Желілік жүктеменің нақтыланған мәні:

$$A = \frac{N \cdot I_a}{\pi \cdot D}, A/m \quad (2.19)$$

$$A = \frac{176 \cdot 97}{3,14 \cdot 0,225} = 24164,19 \text{ A/m}$$

Зәкірдің түзетілген ұзындығы:

$$l_\delta = l_\delta'' \cdot \frac{A''}{A}, m \quad (2.20)$$

$$l_\delta = 0,169 \cdot \frac{25000}{24164,19} = 0,175 \text{ m}$$

Коллектордың айналмалы жылдамдығы:

$$v_K = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_H}{60}, m/c \quad (2.21)$$

$$v_K = \frac{3,14 \cdot 0,168 \cdot 1500}{60} = 13,24 \text{ m/c}$$

Паздың толық тогы:

$$I_{II} = I_a \cdot N_n, A \quad (2.22)$$

$$I_{II} = 48,5 \cdot 8 = 388 \text{ A}$$

Зәкір орамындағы ток тығыздығының алдын ала мәні:

$$J_a = \frac{A \cdot J_a}{A}, A/m^2 \quad (2.23)$$

мұндағы $A \cdot J_a = 2,5 \cdot 10^{11}$.

$$J_a = \frac{2,5 \cdot 10^{11}}{24164,19} = 10,3 \cdot 10^6 \text{ A/м}^2$$

Тиімді сымның алдын ала қимасы:

$$q_a = \frac{I_a}{J_a}, \text{ мм}^2 \quad (2.24)$$

$$q_a = \frac{97}{10,3} = 9,42 \text{ мм}^2$$

2.4 [1] кестесінен жартылай жабық паздары бар сусымалы орамалар үшін қыздыруға төзімділігі В класты ПЭТВ маркалы дөңгелек сымды таңдаймыз:

$$\begin{aligned} n_{\text{эл}} &= 6; \\ q_{\text{эл}} &= 1,539 \text{ мм}^2; \\ d_{\text{оқ-з}} &= 1,4 \text{ м}; \\ d_{\text{оқ}} &= 1,485 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Тиімді өткізгіштің қимасын анықтаймыз.

$$\begin{aligned} q_a &= n_{\text{эл}} q_{\text{эл}} \\ q_a &= 6 \cdot 1,539 = 9,234 \text{ мм}^2. \end{aligned} \quad (2.25)$$

3. Тістік аймақтың геометриялық есебі

Бір жартылай жабық пазға салынған ораманың көлденең қимасының ауданы:

$$S_0 = \frac{2 \cdot d_{\text{оқ}}^2 \cdot n_{\text{эл}} \cdot u_n \cdot W_C}{K_T}, \text{ мм}^2; \quad (3.1)$$

мұндағы $d_{\text{оқ}}$ – бір оқшауланған сымның диаметрі; $n_{\text{эл}}$ – бір тиімді элементар өткізгіштердің саны; W_C – секциядағы орамдардың саны; u_n – бір нақты бөліктегі элементар паздардың саны; $-K_T$ оқшауланған өткізгіштермен $K_T = 0,68 - 0,72$ паз толтыру коэффициенті

$$S_0 = \frac{2 \cdot 1,539^2 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 2}{0,7} = 7566, \text{мм}^2$$

Паз биіктігі $h_n = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$;

Шлиц ені $b_{uu} = 0,0015 \text{ м}$;

Шлиц биіктігі $h_{uu} = 0,00065 \text{ м}$;

Тістің ені:

$$b_T = \frac{B_\delta \cdot t_1}{B'_t \cdot K_B}, \text{ м}; \quad (3.2)$$

мұндағы $B'_t = 1,95 \text{ Тл}$ – тістердегі рұқсат етілген индукция мәні; K_B – болат зәкірінің толтыру коэффициенті, $K_B = 0,95$.

$$b_T = \frac{0,7 \cdot 0,016}{1,95 \cdot 0,95} = 0,006 \text{ м}.$$

Паздың үлкен радиусы:

$$r_1 = \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot h_{uu}) - Z \cdot b_T}{2 \cdot (Z + \pi)}, \text{ м} \quad (3.3)$$

$$r_1 = \frac{3,14 \cdot (0,225 - 2 \cdot 0,00065) - 44 \cdot 0,0064}{2 \cdot (44 + 3,14)} = 4,46 \text{ мм}$$

Паздың кіші радиусы:

$$r_2 = \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot h_{uu}) - Z \cdot b_T}{2 \cdot (Z + \pi)}, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$r_2 = \frac{3,14 \cdot (0,225 - 2 \cdot 0,029) - 44 \cdot 0,0064}{2 \cdot (44 - 3,14)} = 2,97 \text{ мм}$$

Радиустардың орталықтарының арасындағы арақашықтық:

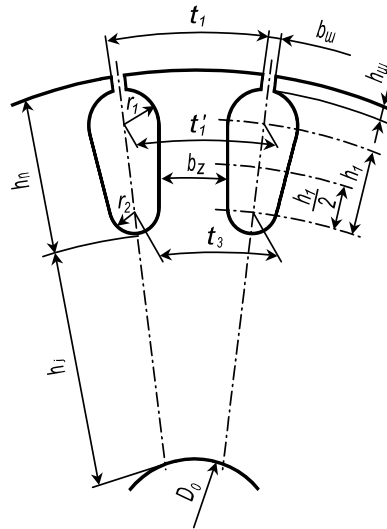
$$h_1 = h_n - h_{uu} - r_1 - r_2, \text{ м} \quad (3.5)$$

$$h_1 = 2,9 \cdot 10^{-2} - 0,00065 - 0,00446 - 0,00297 = 0,022 \text{ м}$$

Зәкір тістерінің минималды қимасы:

$$S_T = \frac{Z}{2p} \cdot \alpha_\delta \cdot b_T \cdot l_\delta \cdot K_B, \text{ м}; \quad (3.6)$$

$$S_T = \frac{44}{4} \cdot 0,65 \cdot 0,0064 \cdot 0,175 \cdot 0,95 = 0,0076, \text{ м}^2.$$



3.1 сурет - Тістің параллель жақтары бар сопақша пішінді жартылай жабық пазалар

Сопақша пішінді паздардың пішіні 3.1 сурет бойынша жасалады. Зәкірдің ішкі диаметрінің және біліктің диаметрінің алдын ала мәні:

$$D_0 \approx 0,3 \cdot D, \text{ м}; \quad (3.7)$$

$$D_0 = 0,3 \cdot 0,225 = 0,0675 \text{ м}$$

ЭҚК алдын ала мәні:

$$E_H = K_D \cdot U_H, \text{ В} \quad (3.8)$$

мұндағы K_D – коэффициент; $K_A = 0,9$;

$$E_H = 0,97 \cdot 110 = 106,7 \text{ В}$$

Полюске магниттік ағынның алдын ала мәні:

$$\Phi_{\delta n} = \frac{60 \cdot E_H}{p \cdot N \cdot n_H}, \text{ Вб} \quad (3.9)$$

$$\Phi_{\delta n} = \frac{60 \cdot 106,7}{2 \cdot 1500 \cdot 176} = 0,012 \text{ Вб}$$

Зәкірдің магнитөткізгіш үшін 2312 маркалы болат қабылданады. Тіс қимасындағы индукция:

$$b_T = \frac{\Phi_\delta}{S_T}, \text{Тл}; \quad (3.10)$$

$$b_T = \frac{0,012}{0,0076} = 1,59 \text{ Тл.}$$

3.1 Якор орамасын есептеу

Орамның алдыңғы бөлігінің ұзындығы:

$$l_a \approx (1,2 \div 1,35) \cdot \tau, \text{м}; \quad (3.11)$$

$$l_a \approx 1,2 \cdot 0,176 = 0,21 \text{ м};$$

Якорь орамасының орташа ұзындығы:

$$l_{a \text{ ор}} = (l_{\Pi} + l_a), \text{м}; \quad (3.12)$$

мұндағы l_{Π} —якор ұзындығы, радиалды желдеткіштері болмайтын машиналар үшін жуықталған $l_{\Pi} \approx l_\delta$.

$$l_{a \text{ ор}} = 0,175 + 0,212 = 0,387 \text{ м.}$$

Зәкір орамалары өткізгіштерінің толық ұзындығы:

$$l_{\text{ма}} = N \cdot l_{a \text{ ор}}, \text{м}; \quad (3.13)$$

$$l_{\text{ма}} = 176 \cdot 0,387 = 68,1 \text{ м.}$$

20 °C температурада якор орамаларының кедергісі:

$$R_a = \frac{l_{\text{ма}}}{57 \cdot 10^6 \cdot q_a \cdot (2a)^2}, \text{ Ом}, \quad (3.14)$$

$$R_a = \frac{68,1}{57 \cdot 9,417 \cdot 2^2} = 0,032 \text{ Ом}.$$

75 °C температурада якор орамаларының кедергісі:

$$R_{\text{ан}} = 1,22 \cdot R_a, \text{ Ом} \quad (3.15)$$

$$R_{\text{ан}} = 1,22 \cdot 0,032 = 0,0387 \text{ Ом}$$

Якор орамаларының мыс салмағы:

$$\begin{aligned} M_{\text{ма}} &= 8900 \cdot l_{\text{а ор}} \cdot N \cdot q_a \cdot 10^{-6}, \text{ кг}; \\ M_{\text{ма}} &= 8900 \cdot 0,387 \cdot 176 \cdot 9,417 \cdot 10^{-6} = 5,7 \text{ кг} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Орамалар қадамын есептеу:

Коллектор бойынша қадам Y_K :

$$\begin{aligned} Y_K &= \frac{K-1}{P}, \\ Y_K &= \frac{44-1}{2} = 21,5 \quad Y = Y_K = 22 \end{aligned} \quad (3.17)$$

Бірінші жеке қадам Y_1 :

$$Y_1 = \frac{K}{2p} \pm \Sigma, \quad (3.18)$$

мұндағы Σ – Y_1 арқылы бүтін санға дөңгелектенетін бөлшек сан.

$$\begin{aligned} Y_1 &= \frac{44}{4} = 11; \\ Y_2 &= Y - Y_1 = 22 - 11 = 11 \end{aligned}$$

4 Магнит тізбегінің шамаларын анықтау

Якор арқасының биіктігі (3.1сурет):

$$\begin{aligned} h_j &= \frac{D - D_0}{2} - h_n, \text{ м} \\ h_j &= \frac{0,225 - 0,0675}{2} - 0,029 = 0,05 \text{ м} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Якор арқасындағы магнит индукциясы:

$$B_j = \frac{\Phi_{\delta n}}{2 \cdot S_j}, \text{ Тл} \quad (4.2)$$

Мұндағы $S_j = l \cdot (h_j - \frac{2}{3} \cdot d_{ок}) \cdot K_B$ – диаметрі d аксиальды арналарды есепке ала отырып якор арқасының көлденең қимасының ауданы.

$$K_B = 0,95; l = l_\delta.$$

Якорь арқасындағы магниттік индукцияның шекті рұқсат етілген мәні $B_j = 1,4 \div 1,45$ Тл.

$$S_j = 0,175 \cdot \left(0,05 - \frac{2}{3} \cdot 1,539 \cdot 10^{-3} \right) \cdot 0,95 = 0,0065 \text{ м}$$

$$B_j = \frac{0,012}{2 \cdot 0,0065} = 0,924 \text{ Тл}$$

Полюсті ұштықтың шығыңқы ені:

$$b_{Г.В.} = (0,1 \div 0,2) \cdot b_p, \text{ м} \quad (4.3)$$

$$b_{Г.В.} = 0,15 \cdot 0,115 = 0,017 \text{ м}$$

Басты полюстің өзекшесінің ені:

$$b_r = b_p - 2 \cdot b_{Г.В.}, \text{ м} \quad (4.4)$$

$$b_r = 0,115 - 2 \cdot 0,017 = 0,08 \text{ м}$$

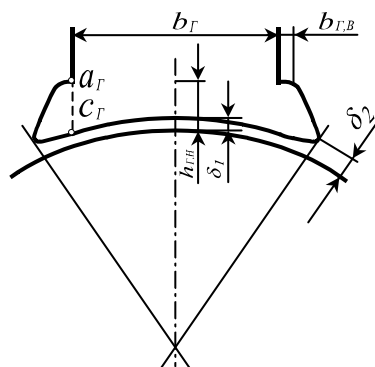
Өзекшедегі индукция:

$$B_r = \frac{\sigma_\Gamma \cdot \Phi_{\delta_и}}{K_C \cdot b_r \cdot l_r}, \text{ Тл} \quad (4.5)$$

мұндағы $\sigma_\Gamma = 1,2$ төрт полюсті машиналар үшін.

3411 болат үшін рұқсат етілген индукция $B_r = 1,6 \div 1,7$.

Негізгі өлшемдердің полюсі төменде 5.1 суретте көрсетілген.



4.1 сурет – Негізгі өлшемнің полюстік ұшы

$$B_r = \frac{1,2 \cdot 0,012}{0,95 \cdot 0,08 \cdot 0,175} = 1,089 \text{ Тл}$$

Станина қимасы:

$$S_C = \frac{\sigma_r \cdot \Phi_{\delta H}}{2 \cdot B_C}, \text{ м}^2 \quad (4.6)$$

мұндағы B_C – станинадағы индукциясы, $B_C = 1,3$ Тл.

$$S_C = \frac{1,2 \cdot 0,012}{2 \cdot 1,3} = 0,00559 \text{ м}^2$$

Станина ұзындығы:

$$l_C = l_r + 0,4 \cdot D \text{ м}, \quad (4.7)$$

$$l_C = 0,175 + 0,4 \cdot 0,225 = 0,265 \text{ м}$$

Станина биіктігі:

$$h_C = \frac{S_C}{l_C}, \text{ м}; \quad (4.8)$$

$$h_C = \frac{0,00559}{0,265} = 0,0211 \text{ м}$$

Станинаның сыртқы диаметрі:

$$\begin{aligned} D_{\text{сырт}} &= (2h - (8 \div 10)) \cdot 10^{-3}, \text{ м.} \\ D_{\text{сырт}} &= (2 \cdot 225 - 9) \cdot 10^{-3} = 0,6441, \text{ м.} \end{aligned} \quad (4.9)$$

Станинаның ішкі диаметрі:

$$\begin{aligned} D_C &= D_{\text{сырт}} - 2h_C, \text{ м,} \\ D_C &= 0,441 - 2 \cdot 0,0211 = 0,398, \text{ м.} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Негізгі полюстің биіктігі:

$$h_r = \frac{d_c - D}{2} - 2\delta, \text{ м} \quad (4.11)$$

мұндағы δ – ауа саңылауы; $\delta = 0,0018$.

$$h_r = \frac{0,398 - 0,225}{2} - 2 \cdot 0,0018 = 0,0833 \text{ м}$$

4.1 Магнит тізбегінің есептік қимасы

Ауа саңылауының қимасы:

$$S_s = b_p \cdot l''_{\delta}, \text{ м}^2 \quad (4.12)$$

$$S_s = 0,115 \cdot 0,175 = 0,02 \text{ м}^2$$

Якор болатының ұзындығы:

$$l_s = l''_{\delta} \cdot K_C, \text{ м} \quad (4.13)$$

$$l_s = 0,175 \cdot 0,95 = 0,166 \text{ м}$$

Якор тістерінің минималды қимасы:

$$S_T = 0,0076 \text{ м}^2.$$

S_T 3.7 бөлімінен алынды.

Якор арқалығының қимасы:

$$S_j = l_s \cdot h_j, \text{ м}^2 \quad (4.14)$$

$$S_j = 0,166 \cdot 0,05 = 0,008 \text{ м}^2$$

Негізгі полюстер өзекшесінің қимасы:

$$S_r = K_C \cdot l_r \cdot b_r, \text{ м}^2 \quad (4.15)$$

Мұндағы $l_r = l_{\delta}$.

$$S_r = 0,95 \cdot 0,175 \cdot 0,08 = 0,00133 \text{ м}^2$$

Статина қимасы:

$$S_C = 0,0056 \text{ м}^2$$

4.2 Магнит желілерінің орташа ұзындығы

Ауалық саңылау:

$$\delta = 0,18 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Якор пазының бар екенін ескерген кездегі ауалық саңылаудың коэффициенті:

$$K_{\delta a} = \frac{t_1 + 10 \cdot \delta}{t_1 - b_{uu} + 10 \cdot \delta} \quad (4.16)$$
$$K_{\delta a} = \frac{0,016 + 10 \cdot 0,0018}{0,016 - 0,0015 + 10 \cdot 0,0018} = 1,05$$

Ауалық саңылаудың есептік ұзындығы:

$$L_{\delta} = K_{\delta a} \cdot \delta, \text{ м} \quad (4.18)$$
$$L_{\delta} = 1,05 \cdot 0,0018 = 0,00188 \text{ м}$$

Якор тістері:

$$L_T = h_n - 0,2 \cdot r_i, \text{ м}, \quad (4.19)$$
$$L_T = 0,029 - 0,2 \cdot 0,00446 = 0,02 \text{ м}$$

Якор арқалығы:

$$L_j = \frac{\pi \cdot (D_0 + h_j)}{4p} + \frac{h_j}{2}, \text{ м} \quad (4.20)$$

$$L_j = \frac{\pi \cdot (0,0675 + 0,05)}{8} + \frac{0,05}{2} = 0,071 \text{ м}$$

Негізгі полюстің өзекшесі:

$$L_r = h_r = 0,095 \text{ м}$$

Станина мен негізгі полюстің арасындағы ауалық саңылау:

$$L_{C.П.} = 2 \cdot L_r \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4}, \text{ м} \quad (4.21)$$
$$L_{C.П.} = 2 \cdot 0,095 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4} = 0,00012 \text{ м} .$$

Станина:

$$L_C = \frac{\pi \cdot (D_{\text{сырт}} - h_C)}{4p} + \frac{h_C}{2}, \text{ м.} \quad (4.22)$$
$$L_C = \frac{\pi \cdot (0,441 - 0,0211)}{8} + \frac{0,0211}{2} = 0,175, \text{ м.}$$

4.3 Магнит тізбегінің есептік қималарындағы индукция

Ауалық саңылаудағы индукция:

$$B_{\delta_n} = \frac{\Phi_{\delta_n}}{S_s}, \text{ Тл} \quad (4.23)$$
$$B_{\delta_n} = \frac{0,012}{0,02} = 0,60 \text{ Тл}$$

Якор тістеріндің қимасындағы индукция:

$$B_T = \frac{\Phi_{\delta_n}}{S_T}, \text{ Тл.} \quad (4.24)$$
$$B_T = \frac{0,012}{0,0076} = 1,1 \text{ Тл.}$$

Якор арқалығындағы индукция:

(5.1) бойынша $B_j = 0,92 \text{ Тл}$.

Негізгі полюс өзекшесіндегі индукция:

(5.1) бойынша $B_r = 1,09 \text{ Тл}$.

Станинадағы индукция:

$$B_C = \frac{\sigma_T \cdot \Phi_{\delta_n}}{2 \cdot S_C}, \text{ Тл} \quad (4.25)$$

мұндағы $\sigma_r = 1,2$ төрт полюсті машиналар үшін;

$$B_c = \frac{1,2 \cdot 0,012}{2 \cdot 0,0056} = 1,3 \text{ Тл}$$

4.4 Магнит тізбегінің жеке бөліктеріндегі магниттік кернеу

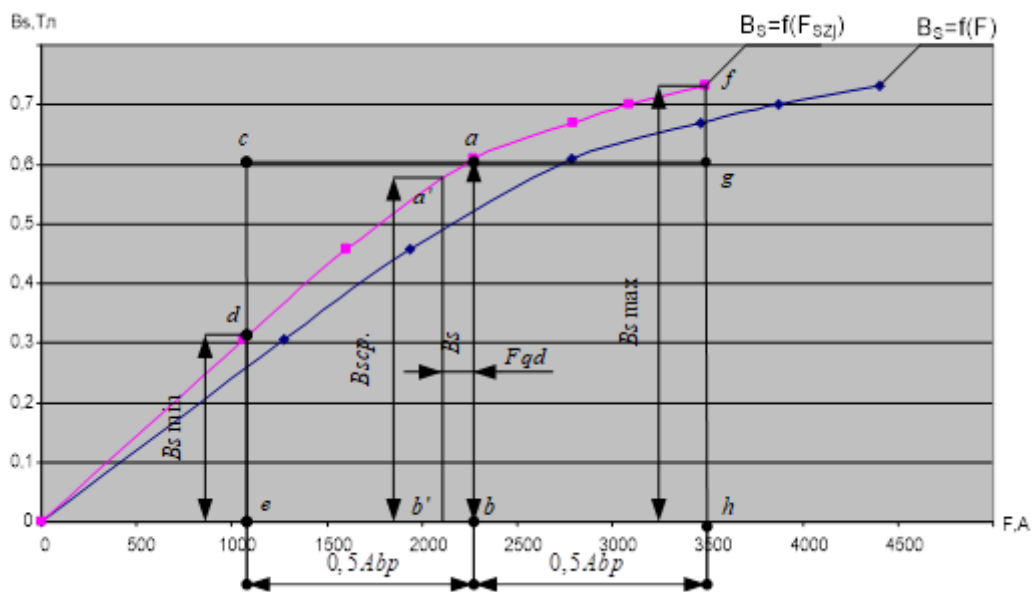
4.1 кесте – Магниттелу сипаттамаларын есептеу

Есептік шама	Есептік формула	Өлшем бірлік	0,5Φ _{δн}	0,75 Φ _{δн}	Φ _{δн}	1,1 Φ _{δн}	1,15 Φ _{δн}	1,2Φ _{δн}
ЭҚК	E	B	53,35	80	106,7	117,4	122,7	128
Магнит ағыны	$\Phi_\delta = \frac{60Ea}{pN\eta}$	Bб	0,006	0,009	0,012	0,0132	0,0138	0,0144
Ауалық саңылаудағы магнит индукциясы	$B_\delta = \frac{\Phi_\delta}{S_\delta}$	Тл	0,305	0,457	0,61	0,67	0,7	0,732
Ауалық саңылаудың МҚК	$F_\delta = 1,6 \cdot 10^6 B_\delta L_\delta$	A	1054,45	158,167	2108,9	2319,39	2425,235	2530,68
Якор тістеріндегі магнит индукциясы	$B_T = K_T B_\delta$	Тл	0,805	1,21	1,61	1,77	1,85	1,93
Якор тістеріндегі магнит өрісінің кернеулігі	H_T	A/м	140	410	3600	11700	16400	23700
Тістердің магнит кернеуі	$F_T = 2H_T L_T$	A	5,6	16,456	144,49	469,6063	658,25	951,2539
Якор арқалығындағы магнит индукциясы	$B_j = \frac{\Phi_\delta}{2S_j}$	Тл	0,465	0,6975	0,93	1,023	1,0695	1,116
Якор арқалығындағы индукция магнит өрісінің	H_j	A/м	73	96	205	252	282	320

кернеулігі								
Якор арқалығындағы магнит кернеулігі	$F_j = H_j L_j$	А	2,26	3,39	14,53	4,972	5,198	5,424
Негізгі полюстің магнит ағыны	$\Phi_r = \delta_r \Phi_\delta$	Вб	0,007275	0,01091	0,01455	0,016	0,0167	0,0175
Негізгі полюс өзекшесінің магнит индукциясы	$B_r = \Phi_\delta / S_r$	Тл	0,55	0,825	1,1	1,21	1,256	1,32
Негізгі полюс өзекшесіндегі магнит өрісінің кернеулігі	H_r	А/м	81	136	213	246	261	283
Негізгі полюс өзекшесіндегі магнит кернеулігі	$F_r = 2H_r L_r$	А	13,467	22,61	35,41	40,90	43,395	47,053
Станина мен негізгі полюс арасындағы ауа саңылауындағы магнит индукциясы	$B_{СП} = B_r$	Тл	0,55	0,825	1,1	1,21	1,256	1,32
Станина мен негізгі полюс арасындағы ауа саңылауындағы магнит кернеулігі	$F_{СП} = 1,6 \cdot 10^6 B_r L_{СП}$	А	102,6313	153,947	205,4	225,789	234,373	246,315

Станинадағы магнит индукциясы	$B_c = \frac{\delta_r \Phi_\delta}{2S_c}$	Тл	0,65	0,98	1,30	1,43	1,50	1,56
Станинадағы магнит өрісінің кернеулігі	H_c	А/м	535	898	1590	2300	2890	3560
Станинадағы магнит кернеулігі	$F_c = 2H_c L_c$	А	93,827	157,49	278,852	403,37	506,844	624,348
Полюстер жұбының қосында МҚК	$F_\Sigma = F_\delta + F_T + F_j + F_r + F_{C\Pi} + F_c$	А	1272,235	1935,563	2787,58	3464	3873,295	4405,07
Өтпелі қабаттың МҚК	$F_{djz} = F_\delta + F_T + F_j$	А	1060,05	1601,52	2267,9	2793,97	3088,68	3487,358

4.1 кесте бойынша өтпелі процесс $B_\delta = f(F_{\delta z j})$ тұрғызылады (4.2 сурет).



4.2 сурет – Бос жүріс $B_\delta = f(F_\Sigma)$ және өтпелі процесс $B_\delta = f(F_{szj})$ сипаттамалары

5. Параллель қоздыру орамасының есебі

Параллель ораманың қажетті МКҚ:

$$F_B = F_{\Sigma}, A \quad (5.1)$$

$$F_B = 2267,9 A$$

Параллель орамалардың катушкалары орамдарының орташа ұзындығы:

$$l_{ор.о} = 2(l_r + b_r) + \pi(b_{КТ.О} + 2\Delta_{ок}), м, \quad (5.2)$$

Якор диаметрі $0,5 м$ кезінде $\Delta_{ок}$ оқшаулама қалыңдығы $(0,5 \div 0,8) \cdot 10^{-3} м$ аралығында қабылданады. $b_{КТ.В.} = 0,0012 м$.

$$l_{ор.о} = 2(0,75 + 0,08) + \pi(0,0012 + 2 \cdot 0,65 \cdot 10^{-3}) = 0,518 м.$$

Параллель ораманың мысының қимасы:

$$q_B = \frac{K_K \cdot m \cdot p \cdot F_B \cdot l_{ор.о}}{57 \cdot 10^{-6} \cdot U_H}, мм^2; \quad (5.3)$$

мұндағы $K_K = 1,1$ – қор коэффициенті; $m = 1,22$ – $75 ^\circ C$ температураға дейін ұлғайтқан кезде мыс кедергісінің ұлғаюын ескеретін коэффициент.

$$q_B = \frac{1,1 \cdot 1,22 \cdot 2 \cdot 2267,9 \cdot 0,518}{57 \cdot 10^6 \cdot 110} = 0,618 мм^2$$

Номинал ток тығыздығы:

$$J_B = 4,45 \cdot 10^6, \frac{A}{м^2} \quad (5.4)$$

Полюстер жұбындағы орам саны:

$$W_{ор} = \frac{F_B}{J_B \cdot q_B}; \quad (5.5)$$

$$W_{ор} = \frac{2267,9}{4,45 \cdot 0,618} = 1012,6.$$

Номинал қоздыру тогы:

$$I_{қоз} = \frac{F_B}{W_{ор}}, A; \quad (5.6)$$

$$I_{\text{қоз}} = \frac{2267,9}{1012,6} = 2,75 \text{ A.}$$

Ораманың толық ұзындығы:

$$L_{\text{ор}} = p \cdot l_{\text{ор.о}} \cdot W_{\text{ор,м}}; \quad (5.7)$$

$$L_{\text{ор}} = 2 \cdot 0,518 \cdot 1012,6 = 1049,9 \text{ м.}$$

20°С температура кезінде қоздыру орамаларының кедергісі:

$$R_{\text{ор}} = \frac{L_{\text{ор}}}{\frac{57 \cdot 10^6 \cdot q_B}{1049,9}} = 29,79 \text{ Ом.} \quad (5.8)$$

$$R_{\text{ор}} = \frac{1049,9}{57 \cdot 10^6 \cdot 0,618} = 29,79 \text{ Ом.}$$

75°С температура кезінде қоздыру орамаларының кедергісі:

$$R_{\text{ор}75^\circ} = 1,22 R_{\text{ор}}, \quad (5.9)$$

$$R_{\text{ор}75^\circ} = 1,22 \cdot 29,79 = 36,35 \text{ Ом.}$$

Параллель орамалардың мысының салмағы:

$$m_{\text{М.ор}} = 8,9 \cdot 10^3 \cdot L_{\text{ор}} \cdot q_B \cdot 10^{-6}, \text{ кг;} \quad (5.10)$$

$$m_{\text{М.ор}} = 8,9 \cdot 10^3 \cdot 1049,9 \cdot 0,618 \cdot 10^{-6}, \text{ кг.}$$

5.1 Коллектор мен щеткалар

Бейтарап аймақтың ені:

$$b_{\text{б.а.}} = \tau - b_p, \text{ м;} \quad (5.11)$$

$$b_{\text{б.а.}} = 0,176 - 0,115 = 0,061 \text{ м.}$$

Щеткалардың ені:

$$b_{\text{щ}} = (2 \div 4) \cdot t_k, \text{ м;} \quad (5.12)$$

$$b_{\text{щ}} = 3 \cdot 0,012 = 0,036 \text{ м.}$$

Щетканың коллектормен жанасу беті:

$$S_{\text{щ}} = b_{\text{щ}} \cdot l_{\text{щ}}, \text{ м}^2. \quad (5.13)$$

$$S_{щ} = 0,036 \cdot 0,016 = 0,00058 \text{ м}^2$$

Токтың рұқсат етілген тығыздығы $J_{щ} = 11 \cdot 10^4, \text{ А/м}^2$ кезінде, болтқа келетін щеткалардың саны:

$$N_{щ} = \frac{I_H}{p \cdot S_{щ} \cdot J_{щ}} ; \quad (5.14)$$

$$N_{щ} = \frac{235,3}{2 \cdot 0,00058 \cdot 11 \cdot 10^4} = 1,85 \approx 2.$$

Барлық щеткалардың коллектормен жанасу беті:

$$\sum S_{щ} = 2p \cdot N_{щ} \cdot S_{щ}, \text{ м}^2 \quad (5.15)$$

$$\sum S_{щ} = 4 \cdot 2 \cdot 0,00058 = 0,0046 \text{ м}^2$$

Щетка астындағы ток тығыздығы:

$$J_{щ} = \frac{2 \cdot I_H}{\sum S_{щ}}, \text{ А/м}^2 \quad (5.16)$$

$$J_{щ} = \frac{2 \cdot 235,3}{0,0046} = 101762,8 \text{ А/м}^2$$

Коллектордың активті ұзындығы:

$$l_K = N_{щ} \cdot (l_{щ} + 8 \cdot 10^{-3}) + 10 \cdot 10^{-3}, \text{ м} \quad (5.17)$$

$$l_K = 2 \cdot (0,016 + 8 \cdot 10^{-3}) + 10^{-2} = 0,058 \text{ м}$$

5.2 Қосымша полюстердің орамасын есептеу

Компенсациялық (толтырымсыз) орамсыз тұрақты ток машиналарына арналған қосымша полюстердің орамаларының МКҚ:

$$F_{қос} = (1,2 \div 1,4) \cdot A \cdot \frac{\tau}{2}, \text{ А} \quad (5.18)$$

$$F_{қос} = (1,2 \div 1,4) \cdot A \cdot \frac{0,176}{2} = 2774,2 \text{ А}$$

Бір полюстегі орам саны:

$$W_{\text{қос}} = \frac{F_{\text{қос}} \cdot a_{\text{қос}}}{I}, \text{ А}; \quad (5.19)$$

Мұндағы $a_{\text{қос}}$ – қосымша полюстер орамының параллельді орам саны, $a_{\text{қос}} = 1$.

$$W_{\text{қос}} = \frac{277462 \cdot 1}{194} = 14,3 \approx \text{ А.}$$

Өткізгіштердің алдын ала қимасы:

$$q_{\text{қос}} = \frac{I}{a_{\text{қос}} \cdot J_{\text{қос}}}, \text{ м}^2; \quad (5.20)$$

Мұндағы IP23 кезінде $J_{\text{қос}} = (4,5 \div 6,5) \cdot 10^6, \text{ А/м}^2$.

$$J_{\text{қос}} = 5,5 \cdot 10^6, \text{ А/м}^2.$$

$$q_{\text{қос}} = \frac{194}{1 \cdot 5,5 \cdot 10^6} = 35 \cdot 10^6 \text{ м}^2.$$

Өзекшенің қосымша полюстерінің ұзындығы $l_{\text{қос}}, \text{ м}$:

$D > 0,132$ кезінде $l_{\text{қос}} = l_{\delta}$ тең.

$$l_{\text{қос}} = l_{\delta} = 0,175 \text{ м.}$$

Өзекшенің ені $b_{\text{қос}} = 10,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Қосымша полюстің орамасының орамының орташа ұзындығы:

$$l_{\text{ор.қос}} = 2(b_{\text{қос}} + l_{\text{қос}}) + \pi(b_{\text{КТ.қос}} + 2\Delta_{\text{оқ,ө}}), \text{ м} \quad (5.21)$$

Мұндағы $b_{\text{КТ.қос}}$ – қосымша полюстің катушкасының ені; $b_{\text{КТ.қос}} = 1,6 \cdot b_{\text{қос}}$ және $\Delta_{\text{оқ,ө}}$ – өзекше оқшауламасын ескергендегі катушка мен қосымша полюс өзекшелерінің арасындағы саңылаудың біржақты өлшемі; якор диаметрі 0,5 м кездегі $\Delta_{\text{оқ,ө}} = (1,7 \div 2,2) \cdot 10^{-3}$.

$$l_{\text{ор.қос}} = 2(10,1 \cdot 10^{-3} + 0,175) + \pi(16,16 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 1,95 \cdot 10^{-3}) = 0,433 \text{ м.}$$

Орама өткізгіштерінің толық ұзындығы:

$$l_{\text{қос}} = 2p \cdot l_{\text{ор.қос}} \cdot W_{\text{ор}}, \text{ м}; \quad (5.22)$$

$$L_{\text{ор}} = 4 \cdot 0,433 \cdot 14 = 2425 \text{ м.}$$

12.7 20°C температура кезінде қосымша полюс орамаларының кедергісі:

$$R_{\text{қос}} = \frac{l_{\text{қос}}}{57 \cdot 10^6 \cdot a_{\text{қос}}^2 \cdot q_{\text{қос}}}, \text{ Ом.} \quad (5.23)$$

$$R_{\text{ор}} = \frac{24,25}{57 \cdot 12 \cdot 3,15} = 0,012 \text{ Ом.}$$

75°C температура кезіндегі кедергі:

$$R_{\text{қос}75^\circ} = 1,22 R_{\text{қос}}, \quad (5.24)$$

$$R_{\text{қос}75^\circ} = 1,22 \cdot 0,012 = 0,015 \text{ Ом.}$$

Қосымша полюстер орамаларының мысының салмағы:

$$m_{\text{М.қос}} = 8,9 \cdot 10^3 \cdot L_{\text{қос}} \cdot W_{\text{қос}} \cdot 2\rho \cdot q_{\text{қос}}, \text{ кг;} \quad (5.28)$$

$$m_{\text{М.қос}} = 8,9 \cdot 10^3 \cdot 0,433 \cdot 14 \cdot 4 \cdot 35 \cdot 10^3 = 7,78 \text{ кг.}$$

6. ПӘК және шығындар

Якор орамасындағы электрлік шығыны:

$$P_{\text{та}} = I^2 \cdot R_{\text{ан}}. \quad (13.1)$$

$$P_{\text{та}} = 194^2 \cdot 0,0387 = 1456 \text{ Вт.}$$

Қосымша полюстеріндегі электрлік шығындар:

$$P_{\text{М.қос}} = I^2 \cdot R_{\text{қос}75^\circ}; \quad (13.2)$$

$$P_{\text{М.қос}} = 194^2 \cdot 0,015 = 553,8 \text{ Вт.} \quad (13.2)$$

Параллель қоздыру орамасындағы электрлік шығындары:

$$P_{\text{М.қоз}} = I_{\text{қоз}}^2 \cdot R_{\text{қос}75^\circ}; \quad (13.3)$$

$$P_{\text{М.қоз}} = 2,75^2 \cdot 36,35 = 275 \text{ Вт.}$$

Коллектордағы щеткалардың өтпелі түйіспесіндегі электрлік шығындар:

$$P_{\text{э.щ.}} = I \cdot 2\Delta U_{\text{щ}}, \quad (13.4)$$

мұндағы $2\Delta U_{щ}$ – өтпелі түйіспесіндегі кернеудің шығыны $2\Delta U_{щ} = 2 B$

$$P_{э.щ} = 194 \cdot 2 = 388 \text{ Вт}$$

Щеткалардың үйкелісінен болған шығындар:

$$P_{үй,щ} = \Sigma S_{щ} \cdot P_{щ} \cdot f \cdot v_k, \quad (13.5)$$

мұндағы $P_{щ}$ – щетка қысымы $P_{щ} = 3 \cdot 10^4 \text{ Па}$; f – щеткалардың коэффициент $f = 0,2$;

$$P_{т.щ} = 0,0046 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 0,2 \cdot 13,25 = 367,5 \text{ Вт}$$

Подшипниктердегі және желдеткіштердегі шығындар: $P_{тп} + P_{жел} = 0,19 \text{ Вт}$ қабылдаймыз.

Якор жармасы болатының салмағы:

$$m_j = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi[(D - 2h_n)^2 - D_0^2]}{4} \cdot l_\delta \cdot K_C, \text{ кг} \quad (13.6)$$

$$m_j = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi[(0,225 - 2 \cdot 0,029)^2 - 0,0675^2]}{4} \cdot 0,175 \cdot 0,95 = 23,7 \text{ кг}$$

Сопақ пазды якор тістеріндегі болаттың шартты салмағы:

$$m_T = 7800 \cdot z \cdot b_T \cdot \left(h_1 + \frac{r_1 + r_2}{2}\right) \cdot l_\delta \cdot K_C, \text{ кг}; \quad (13.7)$$

$$m_T = 7800 \cdot 44 \cdot 0,0064 \cdot \left(0,022 + \frac{0,00446 + 0,00297}{2}\right) \cdot 0,175 \cdot 0,95 = 9,53 \text{ кг};$$

Якор жармасындағы магниттік шығындар:

$$P_j = m_j \cdot P'_j, \text{ Вт} \quad (13.8)$$

мұндағы P'_j – якор жармасындағы меншікті шығындар:

$$P'_j = 2,3 \cdot P_{1,0/50} \cdot \left(\frac{f}{50}\right)^\beta \cdot B_j, \text{ Вт} \quad (13.9)$$

мұндағы $P_{1,0/50} = 1,75 \text{ Вт/кВ}$ – $f = 50 \text{ Гц}$ және $B = 1,0 \text{ Тл}$ тең болған кездегі болаттың меншікті шығындары; $f = \frac{p \cdot n}{60}$ – қайта магниттелу жиілігі $\beta = 2$;

$$P'_j = 2,3 \cdot 1,75 \cdot 1^2 \cdot 0,92 = 3,7 \text{ Вт}$$

$$P_j = 23,7 \cdot 3,7 = 88,27 \text{ Вт}$$

Якор тістеріндегі магнит шығындары:

$$P_T = m_T \cdot P'_T, \text{ Вт.} \quad (13.10)$$

$$\text{мұндағы } P'_T = 2,3 \cdot P_{\frac{1,0}{50}} \cdot \left(\frac{f}{50}\right)^\beta \cdot B_T^2 = 2,3 \cdot 1,75 \cdot 1^2 \cdot 1,59^2 = 10,25.$$

$$P_T = 9,53 \cdot 10,25 = 97,65 \text{ Вт.}$$

Қосымша шығындар:

$$P_{\text{қос}} = 0,01 \cdot \frac{P_H}{\eta_H}, \text{ Вт;} \quad (13.11)$$

$$P_{\text{қос}} = 0,01 \cdot \frac{22000}{0,85} = 258,8 \text{ Вт.}$$

Шығындардың қосындысы:

$$\Sigma P = P_{\text{та}} + P_{\text{м.қос}} + P_{\text{м.қоз}} + P_{\text{м.ш.}} + (P_{\text{та}} + P_{\text{жел}}) + P_j + P_T + P_{\text{қос}}, \text{ Вт.} \quad (13.12)$$

$$\Sigma P = 1456 + 553,8 + 275 + 338 + 367,5 + 0,19 + 88,27 + 97,65 + 258,8 = 3485,4 \text{ Вт.}$$

Машинаның ПӘКі:

$$\eta = \frac{U \cdot I - \Sigma P}{U \cdot I}; \quad (13.13)$$

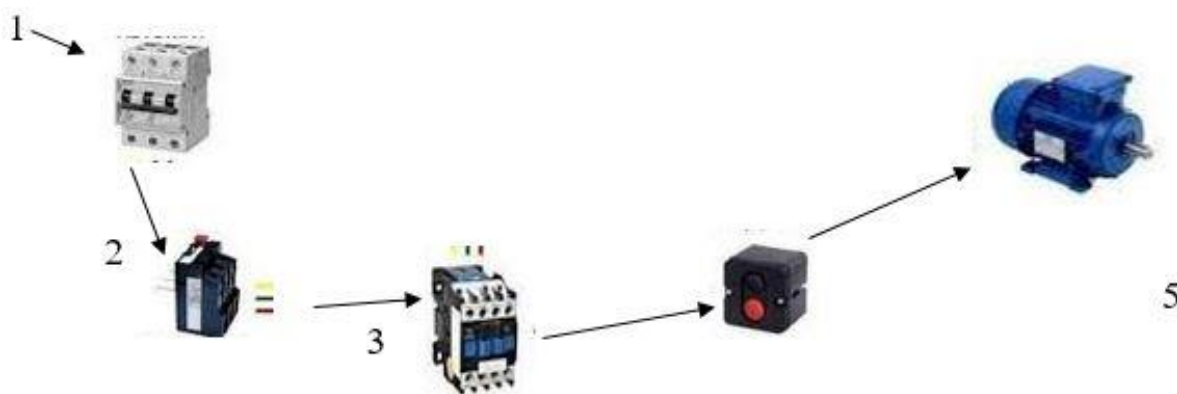
$$\eta = \frac{110 \cdot 194 - 3485,4}{110 \cdot 194} = 0,84$$

Тұрақты ток қозғалтқышының құрылымы

7 ӨМІРТІРШЛІК ҚАУІПСІЗДІК БӨЛІМІ

7.1 Қозғалтқыштарды пайдалану кезіндегі (монтаж, жөндеу) техника қауіпсіздігі

Тұрақты ток қозғалтқыштарының қасиеттері, генераторлардыкіндей секілді болады, олардың қоздырылу әдісі мен және қоздыру орамдарының қосылу схемасына байланысты. Қоздырылу әдісіне байланысты электромагнитті және магниттіэлектрлі қоздырылатын болып бөлінеді. Электромагнитті қоздырылатын қозғалтқыштар якорь орамдары мен қоздырғыш орамдардың арасындағы электрлік байланысқа байланысты тәуелсіз, параллель, тізбектей және аралас қоздырылатын болып бөлінеді. Магниттіэлектрлі әдіспен қоздырылатын қозғалтқыштардың магнит ағыны, тұрақты магниттер арқылы пайда болады. Қозғалтқыштарды қолданған кезде, техника қауіпсіздігін қолдану керек.



7.1 – Тұрақты ток қозғалтқыштарының қосылу тізбектілігі

Қозғалтқыштармен жұмыс жасаған кезде, электр тогымен зақымдану және электр тоқының адам организміне әсер етуі мүмкін. Технологиялық қондырғылардың, электр құрылғыларының және технологиялық қондырғылардың ток өтетін жерлерінен ұстауға болмайды, егер ұстаған жағдайда электр тогымен зақымдануға алып келіп соғады.

Электр тогы адам организмімен өте бастаса, биологиялық, электролиттік немесе термикалық әсерлер пайда болады. Термикалық күйі кезінде, қанның қызып кетуіне байланысты терінің әрбір учаскісі күйеді, электролиттік күйі кезінде қанның ыдыруына акеліп соғады, ал биологиялық күйі кезінде, организмнің тірі клеткалары зақымданып, соңында адамның демалуы қиындап және қан айналымы тоқтайды.

Электр тогының адам организміне әсері кернеудің, тоқың және жиіліктің шамаларына тікелей тәуелді болады, сонымен қатар адамның жағдайына тікелей қатысты. Зерттеулерге байланысты 1mA тоқ сезілетін болып зерттелген. Ток көбейген сайын адам бұлшық еттері ауырып жатқанын

сезе бастайды, ал 12-15 мА ток кезінде ол өзінің бұлшық ет жүйесін басқара алмай қалады және өздігінен ток көзінен арыла алмайды. Мұндай токтарды жібермейтін токтар деп атайды. Ал егер ток одан сайын өсе беретін болса, жүрек фибрилляциясы пайда болады, яғни тырысады. 100 мА ток өте қауіпті болып саналады.

Электр тоқының әр түрлілігіне қарай оны екіге бөлуге болады: электрлік зақымдану және электрлік соққы.

Электрлік зақымдану дегеніміз, жергілік организм тканьдерінің зақымдануы, ол келесідей болып бөлінеді:

— тоқтық электрлік күйі (контактілі) — адам ток өтетін бөліктерді ұстап тұрадыда, содан кейін ол электр энергиясы жылулық энергияға айналады. Төрт дәрежелі күйу түрі болады: I дәреже — терінің қызаруы; II дәреже — көпіршіктердің пайда болуы; III дәреже — терінің барлық қабаты жансызданады; IV дәреже — организм тканьдерінің қап – қара болып жанып кетуі болады. Зақымдану күйудің дәрежесіне байланысты емес, ол дененің күйген ауданына байланысты болады. Токтық күйуі 1000 В жоғары емес кезінде болады, I—II дәрежелі болып есептеледі;

— доғалық күйу (контактілі емес) — 2000 В кернеу кезінде болады. Осы жағдайда адам организмі және ток өтетін бөлшектер арасында электрлік доға пайда болып, оның температурасы 3000 °C жоғары болады. Доғалық күйулер ең ауыр күйу болып жатады (III—IV дәрежелі).

Механикалық зақымданулар электр тоқы әсер еткен кезде, бұлшық еттердің тырысуына әкеледі. Механикалық зақымданулар (терінің жыртылуы, қан тамырларының ұйуы, сүйектердің сынуы) емделуі көпке созылатын зақымдануға жатады.

Электрлік соққы — адамның ішкі органдарының және тірі тканьдерінің қозуы, ол бұлшық еттердің тырысуына әкеледі. Олар 4 дәрежеге бөлінеді:

I — есінен танбайды, алайда денесі тырысып қалады;

II — жүрек және дем алысы жұмыс жасап тұрады, бірақ есінен танып денесі тырысады;

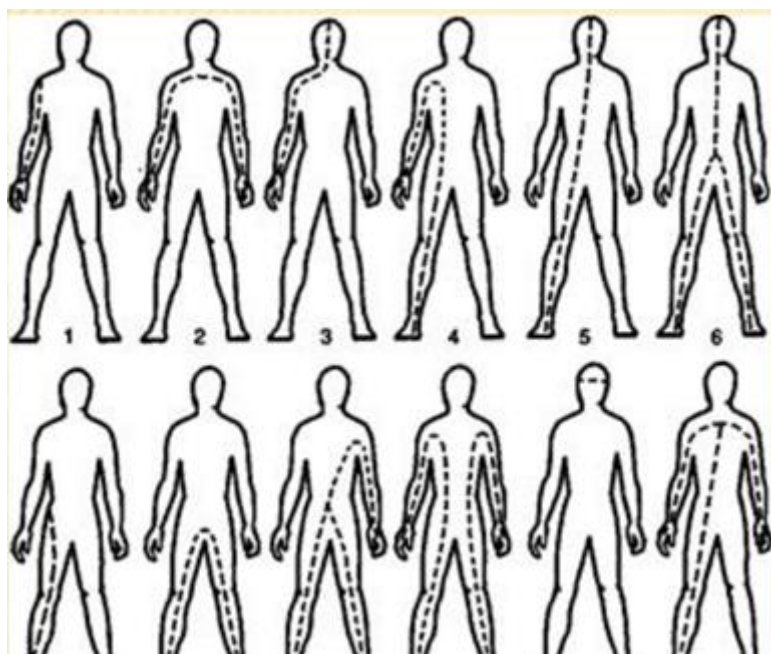
III — есінен танып, демалысы мен жүрегінің жұмысы тоқтап қалады.

Электрлік шок дегеніміз, электрмен соғудың бір түрі болып саналады, электр тоқы қатты әсер етіп нервтік-рефлекторлық реакция пайда болады. Ол заттың алмасуын, демалысты ауырлатады. Ол бірнеше минуттан, бірнеше күнге жалғасуы мүмкін. Қазіргі заманғы емдеу шараларына жүгінбесе, өліп кетуіде мүмкін.

Сонымен қатар, электр токпен зақымдану дәрежесі электр желіге қосылған сұлбаға байланысты болдады.

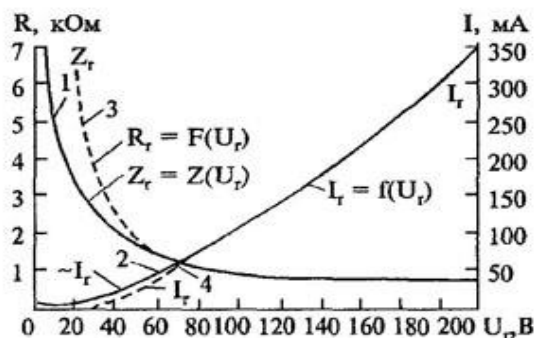
Егер адам денесіне екі фазалық өткізгішті тұйықтаса, онда ол толық сызықтық кернеуге түсті деуге болады. Адам кедергісі 1000 Ом және кернеу 380 В тең болса, онда тоқтың күші 380 мА, сонда ол адамға өте қауіпті дегенді білдіреді.

Сонымен қатар, токтың зақымдануы, сол мәнде болсада, әр түрлі болады. Ол адамның қандай органдарымен өткеніне байланысты (7.3 суретте).



1 — қол мен иық; 2 — қол мен қол; 3- бас және қол; 4 - оң жақ аяқ және бас; 5 - оң аяқ және бас; 6 - екі аяғы мен бас; 7 - оң аяқ және жамбас; 8 - аяқ және аяқ; 9 - екі аяқ және сол қол ; 10 — екі аяғы мен екі қолы; 11 - бас және бас; 12 — оң аяқ және екі қол

7.2 сурет - Адамдағы токтың жолдарының сипаттары



1, 2 қисығы айнымалы ток, 3, 4 қисығы тұрақты ток

7.3 сурет - Кернеуге тәуелді, адам организімінен өтетін ток күші және кедергісі

Бірфазалы қосылу – адам денесі мен жер арасындағы токөткізетін жанасу. Бұл жағдайда адамның зақымдану қауіпі нейтралды жерге қосылуға байланысты. Оқшауланған жүйеге жанасқан кезде, адам кедергісінен басқа, оның аяқ киімі, сонымын қатар басқа фазалардан оқшаулануы есептелінеді.

Сонымен қатар, статикалық электрдің жиналуына байланысты машинаның немесе қондырғының корпусы кернеуге түсуі мүмкін. Статикалық электрлік дегеніміз, электр энергиясының потенциалды қорын айтамыз, ол күшті электр зарядтарының индукциялық әсеріне байланысты болады. Статикалық разрядтар органикалық шаңы көп ғимараттарда пайда болады,

сонымен қатар адамдар синтетикалық киімдер кигенде, қозғалыс кезінде тоқөткізбейтін еден жабындыларына байланысты пайда болады (линолеум, ковролин).

Статикалық электрдің ұшқындануы, өрттің немесе жарылыстың болуын тудырады. Статикалық электрлік болмау үшін, ғимараттың ішінде ылғалды жинаулар жасау керек, арнайы киімдер киіп жүру қажет, санитарлық нормаларға байланысты ауасын тазартып тұру керек.

Егерде электр өткізгішінің қандайда бір бөлшегі жерге немесе найзағайдан қорғайтын қондырғыларға түссе, онда ол электрлік кернеу астында болуы мүмкін. Тұйықталу токтары жерге қосу 20м дейін болса токтардың ағыны пайда бола бастайды. Осы екі нүктенің арасында, адым арасындай жерде (0,8 м), адымдық кернеу пайда болады.

Адымдық кернеу жер бетіндегі потенциалдың таралуына байланысты, сонда ол қауіпсіз деп есптелінеді, егер ол 40 В тең болса.

Егер адам қауіпті адымдық кернеуге түссе, екі аяқты қосу керек немесе бір аяқпен секіру керек.

Электр тоғымен зақымданудан қорғану үшін, жалпы және дара электрқорғаушы құрылғылармен қолдану керек. Жалпы құрылғыларға келесілер жатады: қорғаушы қоршаулар; жерге қосылатын, нөлдеу және электр қондырғыларын өшіру, 12-36 В аз кернеуді қолдану, ескертетін плакаттар, автоматты ауалық айырғыштар.

Қоршауларға электр құрылғыларының барлық ток өткізбейтін бөліктері жатады (өткізгіштер, шиналар, контактілі өшіргіштер және қорғауыштар).

Қорғаулық жерге қосу, нөлдеу және автоматты өшірулер электр қондырғыларын толықтай өшіреді және кернеуін азайтады. Әдетте жасанды жерге қосқыштарды қолданамыз: арнайы жерге қадалған метикалық стержень, диаметрі 25-50 мм және ұзындығы 2-3 м құбырлар.

Жерге қосатын өткізгіштер ретінде жерге қосылған суөтетін металлалық құбырларды айтады.

Трансформаторларды қоректендіріп тұрған төртөткізгіштік желілерде электр тоқымен зақымданбауы үшін, қорғаулық нөлдеу міндетті түрде жасайды. Ол кернеуге қосылмаған қондырғының металлалық бөліктерінің, нөлдік өткізгігі бар трансформаторлық пункттегі байланыс. Егерде қондырғы корпусында кернеу пайда болса, қысқа тұйықталу болып қорғауыштар күйіп, қондырғы өшеді.

Қорғаулық өшу дегеніміз, яғни жерге бірфазалы қосып тұйықтауды айтамыз, электрмен зақымданудан қорғау болып есептеледі.

Дара қорғауыштар, негізгі және қосымша болып, екіге бөлінеді. Негізгілері 1000В дейінгі қорғаушы штангтар, оқшаулаушы қысқыштар, электр өлшеуіштік кернеу көрсеткіштері, диэлектрлік қолғаптар және т.б. Бұл айтылған оқшауламалар кернеуді ұзақ уақыт ұстап тұрады. Қосымша қорғаушы оқшауламаларға, өздігінен қорғап қала алмайтын заттар жатады. Олар негізгі қорғаушы құралдарды толықтырады, сонымен қатар жанасу және

адымдық кернеулерден қорғайды. Оларға диэлектрлік галоштар, диэлектрлік кілемшелер, оқшаулаушы қойғыштар сондай т.б заттар.

7.2 Өндірістік жасанды жарықтандыру жүйелері

Бүйірлік жарықтандыруды есептеу

Осы есептің негізгі мақсаты төмендегі формула бойынша, бүйірлік және жоғарғы жарықтандыру кезінде жарық ойықтарының ауданын алдын- ала анықтау болып табылады:

$$S_0 = \frac{S_n * e_N * \eta_0 * K_{зд} * K_3}{100 * \tau_0 * r}, \quad (7.1)$$

S_0 – бүйірлік жарық ойықтарының ауданы, м²;

S_e – ғимараттың еденінің ауданы, м²;

e_n – КТЖ нормаланған мәні

K_3 – қор коэффициенті, $K_3 = 1,5$.

$K_{зд}$ – қарама-қарсы орналасқан ғимараттардың әсерінен көлеңкені ескеретін коэффициент, $K_{зд} = 1$.

η_0 – терезелердің түстік сипаттамасы, $\eta_0 = 10$

r – КТЖ бүйірлік жарықтандыруды ескеретін коэффициент, ғимараттың төбесінде шғылысады, $r = 2,4$

τ_0 – жалпы жарықты өткізу коэффициентін төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$\tau_0 = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4 * \tau_5. \quad (7.2)$$

бұл жерде τ_1 – материалдың жарықты өткізу коэффициенті, $\tau_1 = 0,8$ бұл екі қабатты беттік әйнек үшін қабылданады;

τ_2 – жарықтың түптеуіндегі жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент, $\tau_2 = 0,7$ қосақталған ағаш түптері үшін қабылданады;

τ_3 – тіреу конструкцияларындағы жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент, бүйірлік жарықтандыру кезінде 1-ге тең;

τ_4 – Күн Қорғанысы құрылғыларындағы жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент, $\tau_4 = 1$ реттелетін жалюздер мен перделер алынып тасталады, τ_4 ;

τ_5 – шамдардың астында Орнатылатын қорғаныс торындағы жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент 0,9 тең деп қабылданады;

Әртүрлі аудандарда орналасқан ғимараттар үшін ТЖК e_N нормаланған мәндерін мына формула бойынша анықтау керек:

$$e_N = e_n * m_N; \quad (7.3)$$

N – табиғи жарықпен қамтамасыз ету тобының нөмірі, $N = 8$;

e_n – ТЖК мәні, $e_n = 1,2$;

m_N - климаттың жарықтық коэффициенті, $m_N = 0,9$;
Табамыз:

$$S_{\text{пом}} = 19 \cdot 12 = 228, \text{ м}^2.$$

Табамыз:

$$e^N = e_0^{III} \cdot m = 0,9 \cdot 1,2 = 1,08 \%$$

L/l және $l/h_{\text{есеп}}$ қатынасына тәуелді η_0 табамыз:

Бізде $L/l = 19/6 = 3,2$ және $l/h_{\text{есеп}} = 6/1,6 = 3,8 \Rightarrow \eta_0 = 10$
 $l = \frac{B}{2} = 6$ екі жақты бүйірлік жарықтандыру кезінде:

$$h_{\text{есеп}} = H + h_{\text{жар}} - h_{\text{жүм}} = 2 + 0,6 - 1 = 1,6.$$

$K_{\text{зд}}$ коэффициентін $P/H_{\text{зд}}$ қатынасы арқылы табамыз:

$$P/H_{\text{зд}} = 230/12 = 19,2 \Rightarrow K_{\text{зд}} = 1.$$

Жарық өткізуші материал ретінде болат жалпақ-бітеу қаптамасы бар табақты шыныны қолданамыз, күннен қорғайтын құрылғы ретінде 30° артық емес қорғаныш бұрышы бар көлденең күнқағарлар қолданылады.

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5;$$

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5;$$

$$S_0 = \frac{228 \times 1,08 \times 10 \times 1 \times 1,5}{100 \times 0,45 \times 2,4} = 34,2, \text{ м}^2.$$

Бізде екі жақты жарықтандыру болғандықтан $\frac{34,2}{2} = 17,1 \text{ м}^2$

$$L_{\text{тер}} = \frac{S_{\text{окна}}}{h_{\text{ок}}} = \frac{17,1}{2} = 9, \text{ м}.$$

Ғимараттарда табиғи жарықтандыру екі жақты бүйірлік жүзеге асырылады. ТЖК нормаланған мәнін қамтамасыз ету үшін терезе ауданы $34,2 \text{ м}^2$ талап етіледі. Екі жақты бүйірлік жарықтандыру кезінде РМ табиғи нормаланған жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін, ауданы $17,1 \text{ м}^2$ және ұзындығы 9 м екі терезе орнату қажет.

Нүктелік әдіспен жасанды жарықтандыруды есептеу

Нүктелік көзден жарықтандыруды анықтау. Бір шамның нүктесіндегі көлденең жарықтандыру келесі формуламен анықталады:

$$e_{\Gamma} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{h_{\text{есеп}}^2} \quad (7.4)$$

мұндағы I_{α} – қарастырылатын нүктеге бағытталған жарықтың күші;
Горизонтальді жарықтандыруды есептеу келесі тізбектілікте орындалады:

1. Төмендегі формуламен шамның іліну биіктігінің бұрышын анықтаймыз $\text{tg}\alpha$:

$$\text{tg}\alpha = \frac{d}{h_{\text{есеп}}}; \quad (7.5)$$

мұндағы d – есептелетін нүкте жазықтығына дейінгі шамның ара қашықтығы, м;

2. Анықталған тангенс бұрышын тригонометриялық кестеден арқылы α , α және $\cos^3 \alpha$ бұрыштарын табамыз;

3. Шамның таңдалған типті жарық күшінің қисығынан шартты шам $\Phi_{\text{л}}=5600$ лм жарық техникалық анықтамаларда келтіріледі. Кейбір анықтамаларда қисықтардың орнына бұрышқа байланысты стандартты шамдардың жарық күші мәндерінің кестесі беріледі;

Нүктедегі толық жарықтандыру:

$$E_{\Gamma} = \frac{\Phi_{\text{л}} \times \mu}{1000 K_3} \sum e_{\Gamma} . \quad (7.6)$$

Бұл жерде $\Phi_{\text{л}}$ – таңдалған шамның стандартты жарық ағыны;

K_3 – қор коэффициенті;

μ – "алыстатылған" шамдардың әрекетін және қабырғалардан, төбеден және есептік бетінен шағылысқан жарық ағынын ескеретін коэффициент. Бұл коэффициент шамдардың қуатын арттыруға жол бермеу үшін түзету ретінде енгізіледі.

Шам мен жұмыс беті арасындағы қашықтықты есептейміз:

$$h_{\text{расч.}} = H + h_{\text{св}} - h_{\text{р.п.}}; \quad (7.7)$$

$$h = 4,5 + 0,5 - 1 = 4 \text{ м.}$$

Шамдардың арасындағы қашықтықты орналастыру оптималдылығының талаптарын ескере отырып анықтаймыз:

$$L_A = 2,7, \text{ м};$$

$$L_B = 2,4, \text{ м};$$

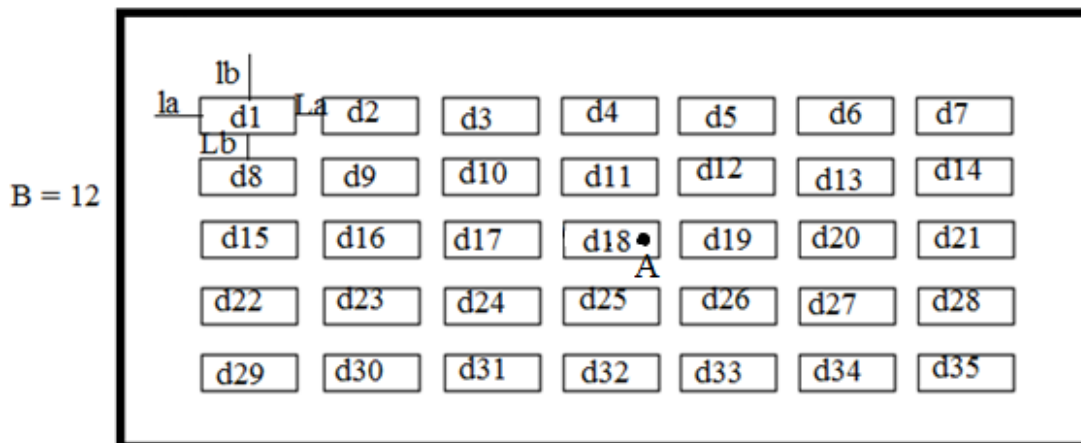
$$L_{AB} = \frac{2,7+2,4}{2} = 2,6, \text{ м.}$$

Қабырға мен шамдар ара қашықтығы:

$$l_b = 0,5 * 2,4 = 1,2 \text{ м}$$

$$l_a = 0,5 * 2,7 = 1,4 \text{ м}$$

$$A = 19$$



7.4 сурет - Шамдардың орналасу сұлбасы

Орналастыру сұлбасы арқылы шамдардың орталық нүктелерінің ара қашықтықтарын анықтаймыз:

$$d_{1,7,29,35} = \sqrt{8,1^2 + 2,4^2} = 8,7$$

$$d_{2,6,30,34} = \sqrt{5,4^2 + 4,8^2} = 7,4$$

$$d_{3,5,31,33} = \sqrt{2,7^2 + 4,8^2} = 5,6$$

$$d_{4,32} = \sqrt{2,4^2 + 0} = 4,8$$

$$d_{8,14,22,28} = \sqrt{8,1^2 + 2,4^2} = 8,7$$

$$d_{9,13,23,27} = \sqrt{5,4^2 + 2,4^2} = 6,1$$

$$d_{10,12} = \sqrt{2,7^2 + 2,4^2} = 3,9$$

$$d_{11,25} = \sqrt{2,4^2 + 0^2} = 2,4$$

$$d_{15,21} = \sqrt{2,7^2 + 0^2} = 2,7$$

$$d_{16,20} = \sqrt{\quad} = 5,4$$

$$d_{17,19} = \sqrt{2,7^2 + 0^2} = 2,7$$

Әр түрлі шамдардағы жарық күшін анықтаймыз. Ол үшін анықтамалық берілгендер арқылы $\text{tg}\alpha$ табамыз.

$$\text{tg}\alpha_{1,7,29,35} = \frac{d_{1,7,29,35}}{h_{\text{расч.}}} = \frac{8,7}{4} = 2,2, \alpha = 66^0 \quad \cos^3\alpha = 0,067 \quad I_{70} = 61 \text{ Кд}$$

$$\begin{aligned}
tg\alpha_{2.6.30.34} &= \frac{d_{2,6,30,34}}{h_{расч.}} = \frac{7,4}{4} = 1,9, \alpha = 63^0, \cos^3\alpha=0.094 \quad I_{65}= 63 \text{ Кд} \\
tg\alpha_{3.5.31.33} &= \frac{d_{3,5,31,33}}{h_{расч.}} = \frac{5.6}{4} = 1.4, \alpha = 56^0; \cos^3\alpha=0.175; I_{57}= 75, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{4.32} &= \frac{d_{4,32}}{h_{расч.}} = \frac{4,8}{4} = 1,2, \alpha = 52^0; \cos^3\alpha=0.233; I_{70}= 80, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{8.14.22.28} &= \frac{d_{1,7,29,35}}{h_{расч.}} = \frac{8,7}{4} = 2.2, \alpha = 66^0, \cos^3\alpha=0.067; I_{70}= 61, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{9.13.22.28} &= \frac{d_{8,14,22,28}}{h_{расч.}} = \frac{6.1}{4} = 1,5, \alpha = 57^0, \cos^3\alpha=0.161; I_{62}= 69, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{10.12.24.26} &= \frac{d_{9,13,23,27}}{h_{расч.}} = \frac{3.9}{4} = 0,9, \alpha = 44^0; \cos^3\alpha=0.372; I_{47}= 110, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{11.25} &= \frac{d_{11,25}}{h_{расч.}} = \frac{2,4}{4} = 0,8, \alpha = 41^0; \cos^3\alpha=0.430; I_{69}= 105, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{15.21} &= \frac{d_{15,21}}{h_{расч.}} = \frac{2,7}{4} = 0.7, \alpha = 38^0; \cos^3\alpha=0.480; I_{41}= 124, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{16.20} &= \frac{d_{16,20}}{h_{расч.}} = \frac{5,4}{4} = 1,4, \alpha = 55^0; \cos^3\alpha=0.189; I_{60}= 70, \text{ Кд}; \\
tg\alpha_{17.19} &= \frac{d_{17,19}}{h_{расч.}} = \frac{2,7}{4} = 0.7, \alpha = 38^0; \cos^3\alpha=0.480; I_{41}= 126, \text{ Кд}.
\end{aligned}$$

Әр түрлі шамдардағы есептелетін нүктедегі горизонтальді жарықтандыру келесі формуламен есептеледі:

$$\begin{aligned}
e_{\Gamma 1,7,29,35} &= \frac{61 \cdot 0.067}{16} * 4 = 1,02 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 2,6,30,34} &= \frac{63 \cdot 0.094}{16} * 4 = 1,5 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 3,5,31,33} &= \frac{75 \cdot 0,175}{16} * 4 = 3,3 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 4,32} &= \frac{80 \cdot 0.233}{16} * 2 = 2,33 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 8,14,22,28} &= \frac{61 \cdot 0,067}{16} * 4 = 1,02 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 9,13,23,27} &= \frac{69 \cdot 0.161}{16} * 4 = 2,8 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 10,12,24,26} &= \frac{110 \cdot 0.372}{16} * 4 = 10,2 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 11,25} &= \frac{105 \cdot 0.430}{16} * 2 = 5,6 \text{ лк} \\
e_{\Gamma 15,21} &= \frac{124 \cdot 0.480}{16} * 2 = 7,4 \text{ лк}; \\
e_{\Gamma 16,20} &= \frac{70 \cdot 0.189}{16} * 2 = 1,02 \text{ лк} \\
e_{\Gamma 17,19} &= \frac{126 \cdot 0.480}{16} * 2 = 7,8 \text{ лк}
\end{aligned}$$

Нәтижелі жарықтандыруды келесі формуламен есептейміз:

$$\sum E_{\Gamma} = 1,02 + 1,5 + 3,3 + 2,33 + 1,02 + 2,8 + 10,2 + 5,6 + 7,4 + 1,02 + 7,8 = 43,99, \text{ Лк};$$

бұл жерде – қор коэффициенті $K_{\kappa} = 1,7$; $\eta = 1,3$.

$$S = A \cdot B = 19 \cdot 12 = 228;$$
$$E_{\Gamma} = \frac{2 \cdot 3050 \cdot 1,3}{1000 \cdot 1,7} \cdot 43,99 = 205, \text{ Лк};$$

Жұмыс орнындағы жарықтану қалыпты болып саналады, себебі есептеу кезінде нүктелік әдіспен алынған жарықтанудың мән,і нормаланған жарықтану мәніне сәйкес келеді, $E_n = 200$, Лк көру жұмысының разряды үшін III(a) болып алынды.

Жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісімен жасанды жарықтандыруды есептеу.

Ғимараттың индексі келесі өрнек бойынша анықталады:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_{расч} \cdot (A + B)}; \quad (7.8)$$

мұндағы A , B , h – ғимараттың ұзындығы, ені және есептелген биіктігі (жұмыс ауданындағы шамдардың іліну биіктігі), м.

$$h_{есеп} = H + h_{жар} - h_{жұм}. \quad (7.9)$$

мұндағы H – ауданның геометриялық биіктігі.

Көрсетілген әдіс бойынша есептеу кезінде бір шамның қажетті жарық ағыны мынадай формула бойынша анықталады:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S_n \cdot z \cdot K_z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (7.10)$$

Немесе шамдардың сандары:

$$N = \frac{E_n \cdot S_n \cdot z \cdot K_z}{\Phi \cdot n \cdot \eta} \quad (7.11)$$

мұндағы E_{min} – минималды нормаланған жарық, Лк;

K – қор коэффициенті;

S – жарықтандырылатын аудан, м²;

Z – минималды жарықтандыру коэффициенті (жарықтандырудың біркелкі емес коэффициенті)(қыздыру шамдары, ДРЛ, ДРИ және ДНаТ) $Z = 1,15$, люминесцентті шамдардан жарықтандыруды есептеу кезінде $Z = 1,1$);

N – шамдардың саны;

n – шамдардағы лампа саны;

h – жарық ағынын бірлік үлесінде пайдалану коэффициенті

Ғимараттың есептік биіктігін анықтаймыз:

$$h_{\text{есеп}} = 4,5 + 0,5 - 1 = 4, \text{ м.}$$

Ғимараттың индексін анықтаймыз:

$$i = \frac{19 \cdot 12}{4 \cdot (19 + 12)} = 2$$

Жарық ағынын пайдалану коэффициентін анықтаймыз (h) = 0.57 ($\rho_{\text{төб}} = 50$ ашық сұр түсті аспалы төбенің плиткалары үшін қабылданады, $\rho_{\text{каб}} = 50$ ашық түсті түс қағаз үшін қабылданады, $\rho_{\text{еден}} = 10$ сұр түсті кілем үшін қабылданады). Жарық ағыны тең:

$$\Phi = \frac{228 \cdot 200 \cdot 1,5 \cdot 1,8}{2 \cdot 35 \cdot 0,57} = 3086 \text{ лм.}$$

Егер шамның типі және қуаты анықталса, онда шамдардың саны табылады:

$$N = \frac{228 \cdot 200 \cdot 1,5 \cdot 1,8}{3050 \cdot 0,57 \cdot 2} = 35 \text{ шам.}$$

Жасанды жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін таңдалған Люминесцентті шам, қуаты 39 Вт, 3050 лм жарық ағыны біздің бөлмедегі жасанды жарықтандыру талаптарына сәйкес келеді. Таңдалған және талап етілетін жарық ағыны арасындағы айырмашылық 1% құрайды.

Тұрақты тоқ қозғалтқышын қолданғанда, электр қауіпсіздігін қарастырдым. Адам ағзасына токтың қандай жолдар арқылы жүруі және оның қандай зиян келтіретіні туралы айттым. Екінші бөлімінде жасанды жарықтандырудың есептемесін жүргіздім. Жасанды жарықтандыруды үш амалмен есептедім бүйірлік жарықтандыру, нүктелік әдіспен жарықтандыру және жарық ағынын коэффициентімен. Осы жүргізілген есептеу нәтижесінде люминисцентті шам таңдадым, оның қуаты 39 Вт, 3050 лм жарық ағыны біздің бөлмедегі жасанды жарықтандыру талаптарына сәйкес келеді. Таңдалған және талап етілетін жарық ағыны арасындағы айырмашылық 1% құрайды.

8 Экономикалық бөлім

Электр жетегін басқарудың экономикалық тиімділігі технологиялық процестерді неғұрлым ұтымды пайдалану, технологиялық ағындарды бөлуді оңтайландыру, еңбек сыйымдылығын қысқарту, жұмыстың жеделдігін арттыру және т.б. процестердің нәтижесінде қалыптастырылады.

Электр жетектің экономикалық тиімділігі келесідей техникалық – экономикалық көрсеткіштердің өзгеруіне жағдай туғызады:

- электр жетегінің баға қатынасының неғұрлым оптималды болуын қамтамасыз ету;
- автоматтандырылған электр жетегі жүйелері жұмысының сенімділігін арттыру;
- жетек механизмінде динамикалық жүктемелердің азаюы;
- энергия тұтынудың оптимизациялау есебінен электр энергиясын тұтынудың 30 % - ға азаюы және т.б.

Экономикалық бағалау ең төменгі шығындар принципіне жүзеге асады: басқы аз шығындар, жөндеу және қызмет көрсетуге техникалы қызмет көрсету шығындарымен, электрлі қуат шығыны.

Бұл жұмыста жиіліктік реттелетін және реттелмейтін электр жетегі қарастырылған. Экономикалық бөлімде қозғалтқыштардың экономикалық тиімділігін анықтау басты мақсат болып табылады.

8.1 Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу

Капиталды салым – өндіріс орнын кеңейтуге және қайта құруға жұмсалатын негізгі қаржылай шығын. Капиталды салым қарастырылып отырған жобалада қайта құруға кететін салым мөлшерін сипаттайтын экономикалық көрсеткіш.

Жобалау және құрылыстың капиталдық салымдары бірнеше жасаушыларды құрайды: жабдықтың құны, монтаждау, құрастыру жұмыстары және көлік қызметтері. Сонымен бірге, ғимараттар құрылысына кететін шығындар да ескеріледі.

8.1 кесте - Қозғалтқыштардың техникалық деректері

Қолданылатын құралдардың атауы	Салыстырылатын нұсқалар	
	Реттелмейтін электржетек	Жиіліктік реттелетін электржетек
Сорғыштың типі	<i>K 150-125-250a</i>	<i>K 150-125-250a</i>
Электрқозғалтқыштың типі	АИР160S4, 15 кВт, 1500 айн/мин	АИР160S4, 15 кВт, 1500 айн/мин
Басқару жүйесі	Релелік-контакторлық	OMRON CIMR-E7 типті жиіліктік түрлендіргіш негізінде жасалған басқару жүйесі»18,5 кВт, үш фазалы 380 В
Қуаты, кВт	20	18,5

ПӘК, %	88	93
Айналу жиілігі айн/мин	3000	3000
Бағасы	689 900	659 110

8.2 кесте - Капиталдық салымдарды есептеу

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	689 900	82 788	15 453	8 278
2.Жиілік түрлендіргіш	88 000	10 560	1 971	1 056
3. Түзеткіш	246 000	29 520	5 510	2 952
4.Электрмагнитті тежегіш	50 000	6000	1 120	600
Барлығы	1 073 900	128 868	24 054	12 886

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді:

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

мұндағы: $K_{\text{қ.ж}}$ – құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары;
 $K_{\text{ж.с}}$ – жабдықты сатып алуға жұмсалатын капиталдық салымдар;
 $K_{\text{м}}$ – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары;
 $K_{\text{б.с}}$ – басқа капиталдық салымдар (ең алдымен, тасымалдауға кеткен шығындарды құрайды).

Қозғалтқыштарды сатып алу құны: $K_{\text{ж.с}} = 1\,073\,900$ тг;

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

$$K_{\text{м}} = 0,12 \cdot K_{\text{ж.с}} = 0,12 \cdot 1\,073\,900 = 128\,868 \text{ тг}; \quad (8.2)$$

Тасымалдауға кететін шығын:

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

$$K_{\text{б.с}} = 0,02 \cdot (K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}}) = 0,02 \cdot (1\,073\,900 + 128\,868) = 24\,055,36 \text{ тг}; \quad (8.3)$$

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

$$K_{\text{қ.ж.}} = 0,1 \cdot 128\ 868 = 12\ 886,8 \text{ тг}; \quad (8.4)$$

$$\begin{aligned} \Sigma K_{\text{жалпы}} &= 1\ 073\ 900 + 128\ 868 + 24\ 055,36 + 12\ 886,8 = \\ &= 1\ 239\ 710,16 \text{ теңге.} \end{aligned}$$

8.2 Жыл сайынғы эксплуатациялық шығындар

Эксплуатациялық шығындар – электр энергиясын түрлендіріп, тарату кезінде жұмсалынатын шығындар. Эксплуатациялық шығындарға барлық шығындар: амортизация аударылымдары, транспорт шығындары, жұмысшылардың еңбекақысы, электр энергиясын тарату кезіндегі шығындар, байланыс қызметтері, іс – сапарлар, кеңселік тауарлар, сақтандыру шараларына жұмсалатын шығындар жатады.

Эксплуатационды шығындар келесідей есептеледі:

$$\Sigma I_{\text{э}} = I_{\text{а}} + I_{\text{э}} + I_{\text{ж.ж.}} + I_{\text{е.а}} + I_{\text{б.ш}} + I_{\text{э.с}}; \quad (8.5)$$

мұндағы: $I_{\text{а}}$ - амортизациялық аударымдар (сала үшін амортизациялық аударымдар нормасы 5-10%);

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

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

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

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

$I_{\text{э.с}}$ – зейнетақы жарнасын жинақтаушы зейнетақы қорына аудару арасындағы айырмасының 9,5% құрайтын бірыңғай әлеуметтік салық.

1. Амортизациялық аударым $I_{\text{а}}$ келесі формула бойынша есептеледі:

$$I_{\text{а}} = \frac{N \cdot \Phi}{100} = \frac{1\ 073\ 900 \cdot 9,5}{100} = 102\ 020 \text{ тг.} \quad (8.6)$$

мұндағы: N – орташа жылдық норма амортизациясы (9,5%);

Φ – қондырғының бастапқы бағасы, (1 073 900 теңге).

2. $I_{\text{э}}$ электр энергиясының шығынының құны мына формуламен анықталады:

$$I_{\text{э}} = \Delta A \cdot W; \quad (8.7)$$

мұндағы: ΔA – электр энергиясының жылдық шығыны;

$W - 1$ кВт/сағ энергия тарифы – 17,81 тг;
Жылдық шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta A = P_2 \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot K_{ж} \cdot T = 20 \cdot \frac{1 - 0,88}{0,88} \cdot 0,9 \cdot 5000 = 11\,700 \frac{\text{кВт}}{\text{сағ}}; \quad (8.8)$$

мұндағы: P_2 – электр қозғалтқышының номиналды қуаты – 20 кВт;
 η – электр қозғалтқышының П.Ә.К – 0,88;
 $K_{ж}$ – қуат бойынша жүктеме коэффициенті – 0,9;
 T – қолданыстағы қор жұмыс уақыты – 5000 сағ

$$I_э = 11\,700 \cdot 17,81 = 208\,377 \text{ тг.}$$

3. Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу:

Қызметкерлердің негізгі еңбек ақысы: $I_{е.а} = 125\,000$;
Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{з.қ.б} = I_{е.а} - 10\% \cdot I_{е.а} = 125\,000 - 10\% \cdot 125\,000 = 112\,500 \text{ тг.} \quad (8.9)$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{э.с} = 13\% \cdot I_{з.қ.б} = 9,5\% \cdot 125\,000 = 11\,875 \text{ тг.} \quad (8.10)$$

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

$$I_{қ} = 70\,000 \text{ тг.} \quad (8.11)$$

5. $I_{ж.ж}$ электр құрылғыларын жөндеу жұмыстар құны:

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

$$I_{ж.ж} = I_{е.а} + I_{б.э.с} + I_{т.д} = 112\,500 + 11\,875 + 162 = 124\,537 \text{ тг.} \quad (8.12)$$

мұндағы: $I_{е.а}$ – еңбек ақысы (112 500 тг);
 $I_{б.э.с}$ – бірыңғай әлеуметтік салық (11875 тг)
 $I_{т.д}$ – тәуекел дәрежесіне байланысты әлеуметтік сақтандыру қорына аударымдар еңбекақы сомасынан 1%.

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

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

Сонда:

$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (102\,020 + 208\,377 + 70\,000 + 124\,537) = 20\,246 \text{ тг.}$$

Эксплационанды шығындардың қосындысы:

$$\begin{aligned} \sum I &= 102\,020 + 208\,377 + 112\,500 + 124\,537 + 11\,875 + 20\,246 \\ &= 579\,555 \text{ тг.} \end{aligned}$$

8.3 кесте - Шығындар сметасы

Шығын көздері	Шығын суммасы, тг
1. Амортизацияндық аударым	102 020
2. Электр энергиясының шығының құны	208 377
3. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны	124 537
4. жалпы еңбекақы төлеу қоры	112 500
5. Басқа шығындар	20 246
6. Бірыңғай әлеуметтік салық	11 875
Барлығы	579 555

8.3 Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу (2-нұсқа)

8.4 кесте - Капиталдық салымдарды есептеу

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	659 110	79 093	14 764	7 909
2.Жилік түрлендіргіш	95 000	11 400	2 128	1 140
3. Түзеткіш	230 000	27 600	5 152	2 760
4.Электрмагнитті тежегіш	35 000	4200	39 200	420
Барлығы	1019 110	122 293	61 244	12 229

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$\sum K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ.ж}} + K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б.ш.}}; \quad (8.14)$$

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: $K_{\text{ж.с}} = 1\,019\,110$ тг;

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

$$K_{\text{м}} = 0,12 \cdot K_{\text{ж.с}} = 0,12 \cdot 1\,019\,110 = 122\,293 \text{ тг}; \quad (8.15)$$

Тасымалдауға кететін шығын:

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

$$K_{\text{б.с}} = 0,02 \cdot (K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}}) = 0,02 \cdot (1\,019\,110 + 122\,293) = 22\,828 \text{ тг}; \quad (8.16)$$

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

$$K_{\text{қ.ж}} = 0,1 \cdot 122\,293 = 12\,229 \text{ тг}; \quad (8.17)$$

$$\sum K_{\text{жалпы}} = 1\,019\,110 + 122\,293 + 22\,828 + 12\,229 = 1\,176\,460 \text{ теңге.}$$

Эксплуатационды шығындар келесідей есептелінеді:

$$\sum I = I_{\text{а}} + I_{\text{э}} + I_{\text{ж.ж}} + I_{\text{е.а}} + I_{\text{б.ш}} + I_{\text{б.э.с}}; \quad (8.18)$$

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

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

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

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

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

$I_{б.э.с}$ – зейнетақы жарнасын жинақтаушы зейнетақы қорына аудару арасындағы айырмасының 9,5% құрайтын бірыңғай әлеуметтік салық.

1. Амортизациялық аударымды I_a келесі формула бойынша табылады:

$$I_a = \frac{H \cdot \Phi}{100} = \frac{1\,019\,110 \cdot 9,5}{100} = 96\,815 \text{ тг.} \quad (8.19)$$

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

Φ – қондырғының бастапқы бағасы, (1 019 110 теңге).

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

$$I_э = \Delta A \cdot W; \quad (8.20)$$

мұндағы: ΔA – электр энергиясының жылдық шығыны;

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

Жылдық шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta A = P_2 \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot K_{ж} \cdot T = 18,5 \cdot \frac{1 - 0,93}{0,93} \cdot 0,9 \cdot 5000 = 5\,827 \frac{\text{кВт}}{\text{сағ}}; \quad (8.21)$$

мұндағы: P_2 – электр қозғалтқышының номиналды қуаты – 18,5 кВт;

η – электр қозғалтқышының П.Ә.К – 0,93;

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

T – қолданыстағы қор жұмыс уақыты – 5000 сағ

$$I_э = 5\,827 \cdot 17,81 = 103\,778 \text{ тг.}$$

3. Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу:

Қызметкерлердің негізгі еңбек ақысы: $I_{е.а} = 125\,000$;

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{з.қ.б} = I_{в.а} - 10\% \cdot I_{в.а} = 125\,000 - 10\% \cdot 125\,000 = 112\,500 \text{ тг.} \quad (8.22)$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{б.э.с} = 9,5\% \cdot I_{з.қ.б} = 9,5\% \cdot 125\,000 = 11\,875 \text{ тг.} \quad (8.23)$$

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

$$I_{\kappa} = 70\,000 \text{ тг.} \quad (8.24)$$

5. $I_{\text{э.ж.с}}$ электр құрылғыларын жөндеу жұмыстар құны:

Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны $I_{\text{э.ж.с}}$ қызмет көрсететін персоналдың еңбек ақысына, әлеуметтік қорларға аударымдарға байланысты:

$$I_{\text{ж.ж.к}} = I_{\text{е.а}} + I_{\text{б.э.с}} + I_{\text{т.д}} = 112\,500 + 11\,875 + 162 = 124\,537 \text{ тг.} \quad (8.25)$$

мұнда: $I_{\text{е.а}}$ – еңбек ақысы (112 500 тг);

$I_{\text{б.э.с}}$ - бірыңғай әлеуметтік салық (11 875 тг)

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

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

$$I_{\text{б.ш}} = 0,05 \cdot (I_{\text{а}} + I_{\text{э}} + I_{\kappa} + I_{\text{ж.ж.к}}); \quad (8.26)$$

Сонда:

$$I_{\text{б.ш}} = 0,05 \cdot (96\,815 + 103\,778 + 70\,000 + 124\,537) = 19\,756 \text{ тг.}$$

Эксплуатационды шығындардың қосындысы:

$$\begin{aligned} \sum I &= 96\,815 + 103\,778 + 112\,500 + 11\,875 + 124\,537 + 19\,756 \\ &= 469\,261 \text{ тг.} \end{aligned}$$

8. 5 кесте - Шығындар сметасы

Шығынкөздері	Шығын суммасы, тг
1. Амортизациондық аударым	96 815
2. Электр энергиясының шығынның құны	103 778
3. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны	124 537
4. Жалпы еңбекақы төлеу қоры	112 500
5. Басқа шығындар	19 756
6. Бірыңғай әлеуметтік салық	11 875
Барлығы	469 261

8.4 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Екі нұсқаны салыстыру үшін минимум келтірілген шығындар әдісі қолданылады.

Келтірілген шығындар мынадан тұрады:

$$КШ = С + E_H \cdot K. \quad (8.26)$$

мұндағы: C – эксплуатационды шығындардың қосындысы (теңге);

K – капиталды салым;

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

$$КШ_1 = 579\,555 + 0,15 \cdot 1\,239\,710 = 765\,511 \text{ тг.}$$

$$КШ_2 = 469\,261 + 0,15 \cdot 1\,176\,460 = 645\,730 \text{ тг.}$$

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

$$\Delta = КШ_1 - КШ_2 = 765\,511 - 645\,730 = 119\,781 \text{ тг.} \quad (8.27)$$

Есептеулерді салыстыра отыра екінші нұсқаның тиімділігі көрінеді.

мұндағы: $КШ_1$ – 1- нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге;

$КШ_2$ – 2- нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге.

Екінші нұсқадағы экономикалық тиімділік тең:

$$\Delta = \Delta U + 0,15 \cdot \Delta K; \quad (8.28)$$

$$\begin{aligned} \Delta &= (579\,555 - 469\,261) + 0,15 \cdot (1\,239\,710 - 1\,176\,460) \\ &= 110\,294 + 0,15 \cdot 63\,250 = 119\,781 \text{ тг.} \end{aligned}$$

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

$$T = \frac{K_1 - K_2}{I_1 - I_2} = \frac{1\,239\,710 - 1\,176\,460}{579\,555 - 469\,261} = 0,57. \quad (8.29)$$

мұнда: K_0 және K_e – базалық және есептік қозғалтқыштың капиталдық салымдары;

I_0 және I_e – эксплуатационды шығындардың қосындысы.

Салыстырмалы экономикалық тиімділік:

$$E = \frac{I_6 - I_e}{K_6 - K_e} = \frac{579\,555 - 469\,261}{1\,239\,710 - 1\,176\,460} = 1,7. \quad (8.30)$$

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

$T_H = 0,57$ - өтімділіктің нормативтік мерзімі.

Алынған коэффициентінің тиімділігі мен өтелу мерзімін салыстырылады нормативтермен және егер шарттары орындалса, $E \geq E_H$, $1,0 \geq 0,15$; $T \leq T_H$, $0,5 \leq 1,7$ болса, онда енгізу ұсынылып отырған жүйенің экономикалық тиімді.

Қорытынды

Бұл жұмыста тұрақты ток қозғалтқышты параллель қоздыруды есептеу орындалды: қорғаныс дәрежесі бойынша орындау-IP22, салқындату тәсілі бойынша – IC01, оқшаулау - В класс, 2П сериялы машина негізге алынды.

Атап айтқанда, қозғалтқыштың басты өлшемдерінің есебі жүргізілді, зәкір орамасы таңдалған және есептелген, машинаның магниттік тізбегін есептеу және тексеру, сондай-ақ қозудың параллель орамасын, щеткалы-коллекторлық торапты және қосымша полюстерді есептеу жүргізілді. Қорытындыда шығындардың есебі және пайдалы әсер коэффициентіне есептеу жүргізілді және арнайы келтірілген тұрақты ток мен сызбасы жасалған.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде тұрақты ток қозғалтқышын қолданғанда, электр қауіпсіздігін қарастырдым. Адам ағзасына токтың қандай жолдар арқылы жүруі және оның қандай зиян келтіретіні туралы айттым. Екінші бөлімінде жасанды жарықтандырудың есептемесін жүргіздім. Жасанды жарықтандыруды үш амалмен есептедім бүйірлік жарықтандыру, нүктелік әдіспен жарықтандыру және жарық ағығын коэффициентімен. Осы жүргізілген есептеу нәтижесінде люминисцентті шам таңдадым, оның қуаты 39 Вт, 3050 лм жарық ағыны біздің бөлмедегі жасанды жарықтандыру талаптарына сәйкес келеді. Таңдалған және талап етілетін жарық ағыны арасындағы айырмашылық 1% құрайды.

Экономикалық бөлімде жиіліктік реттелетін және реттелмейтін электр жетегі қарастырылған. Қозғалтқыштардың экономикалық тиімділігін анықтау басты мақсат болып табылады.

Алынған коэффициентінің тиімділігі мен өтелу мерзімін салыстырылды, нормативтермен және егер шарттары орындалса, $E \geq E_H$, $1,0 \geq 0,15$; $T \leq T_H$, $0,5 \leq 1,7$ болса, онда енгізу ұсынылып отырған жүйенің экономикалық тиімді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Вольдек А.И. Электрические машины. – Л.: Энергия, 1978.
- 2 Виноградов Н.В. Производство электрических машин. – М.: Энергия, 1970.
- 3 Иванов – Смоленский А.В. Электрические машины. – М.: Энергия, 1980.
- 4 Копылова И.П. Электрические машины. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 5 Проектирование электрических машин. / Под ред. Копылова И.П. – М.: ЮРАЙТ, 2011.

Размещено на Allbest.ru