

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Энергетика қондырғыларындағы электр жетегі және автоматтандырылу
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Сәбитов Т. И. т.ғ.д., профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » _____ 20__ ж.
(КОЛЫ)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Дірілдік сипаттамалары нақарналған
тұрақты токтық электр қозғалтқышының
515071800 - Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған Айтжанов Мирас Серікұлы ЭАТК-12-1
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Гали Р. О. т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Э.ғ.к., профессор Накунов А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 06 » 05 20__ ж.
(КОЛЫ)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

ата жақын Байзақова С.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 12 » 05 20__ ж.
(КОЛЫ)

Мөлшер бақылаушы:

Наркынбекова М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 26 » 05 20__ ж.
(КОЛЫ)

Пікір жазушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« _____ » _____ 20__ ж.
(КОЛЫ)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Электр энергетика факультеті
5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы
Өнеркәсіп қондырғыларының электр жетекісі және автоматтандыру кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Айтжанов Мирас Серікұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Дірілдік шартнамалары жақсартылған
тырақта токпен электр қозғалтқышын жабалау
ректордың « » № бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

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

Қуат $P_n = 22 \text{ кВт}$, Нүгелің токпен кернеуі $U_n = 220 \text{ В}$; Нәтижелі
айналу жиілігі $n_n = 1000$ айн/мин, Айналу осінің дірілдігі
 $n = 60 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, параллельді қозғалысқа: реттеу қанша мақ. Қорғаныс
дәрежесі IP22, нүгелік ретімі: ұзақ. Қозуға тығымдық ақшаула-
ғыш саны: 6.

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

Дипломдық жоба бес бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде тұрақта
тоқ машинасы туралы жалпы мәліметтер, құрылымы және
нүгелік істеу принципі туралы жалпылама мәліметтер
көрсетілген. Екінші бөлімде тұрақта тоқ қозғалтқышын жаба-
лауға есептелінген. Үшінші бөлімде арнайы бөлім мәтін-
дік дірілін төмендетуге есептеулер жүргізілді. Төртінші
бөлімде өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде техника
қауіпсіздігі, өндiрiс арнаулы төмендетуге арналған есептер шы-
ғарылған. Бесінші бөлімде жоспарланған есептеулер жүргізілді.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Турақта ток қозғалтқышының құралы; магниттелу сызба-маларының графигі; айналдырушы моментінің пайдалану қуатына тәуелділік графигі; тұтынатан қуаттың пайдалану қуатына тәуелділік графигі; тотолық пайдалану қуатына тәуелділік графигі; БЭК-тің пайдалану қуатына тәуелділік графигі; айлану жиілігінің пайдалану қуатына тәуелділік графигі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Аппроксимация электрических машин: учебник для вузов / под ред. И. П. Копылова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2011. - 767 с. - (Основы наук). Шубов И. Г. "Шум и вибрация электрических машин". - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат Ленингр. от-ние, 1986. - 208 с.: ил. Кугер В. Я. "Вибрация и шум электрических машин: Писменные лекции" - СПб.: СЗТУ, 2004. - с. Электр машина-лары: Оқушық М. Исханов, Ш. Әмірзақов. - Астана: Фолиант, 2010. - 208 бет. Ахмедияров Ә. Н., Әлімханов М. Б. "Электр машина-лары" Оқу-әдістемелік құрал - Алматы: "Эверо" 2009. - 118 б. Д. И. Гурдибалв, А. В. Нануков "Самы экономикасы". Бітірушілер жұмыс-ның экономикасы бөлімі. - Алматы: АЭНБҮ, 2008.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экон. бөлімі	Мамырбаев А. А.	06.05.16	
ТӘҚ және ІҚОҚ	Байзақова С. Е.	12.05.16	
Меншік бөлімі	Талиев К. О.	20.05.16	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Турақта тоқ қозғалтқыштың таңдау	2.02.2016	
2	Турақта тоқ қозғалтқыштың нбамауы есептеу	4.02.2016 9	
3	Зәкір арамамын таңдау	9.03.2016	
4	Тісті ауданының көлемімен есептеу	11.03.2016	
5	Магниттік тізбектің өшпіндерін анықтау	16.03.2016	
6	Магниттік сұрақтардың орташа үздіксіздігі есептеу	18.03.2016	
7	Магниттік тізбектің еселтік қимасын және индукцияны есептеу	24.03.2016	
8	Тарамақтың қозғалу арамамын	29.03.2016	
9	Коллектор және щеткалар	31.03.2016	
10	Компьютерлік көрсеткіштер	5.04.2016	
11	Қосымша көрсеткіштер	7.04.2016	
12	ТЭК және шарттар	12.04.2016	
13	Турақта тоқ қозғалтқыштың нұсқасын сызбамен және нұсқау	14.04.2016	
14	Нұсқау есептеулер	19.04.2016	
15	Турақта тоқ қозғалтқыштың магниттік тізбектің есептеулері	3.05.2016	
16	Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі	5.05.2016	
17	Нұсқау экономикалық түсініктің анықтау	17.05.2016	
18	Пайдаланылатын әдебиеттер тізімі	20.05.2016	
19	Дипломның нұсқасын қорытынды	20.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20 _____ ж.

Кафедра меңгерушісі _____ Сәлімов Н.И. т.ғ.ғ., профессор
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Әбділ Н.О. к.ғ.н. доц. Кет
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Айтжанов Әлиас
(қолы) (аты-жөні)

Аңдатпа

Берілген дипломдық жұмыста «Дірілдік сипаттамасы жақсартылған тұрақты тоқ қозғалтқышын жобалау» қарастырылған. Тұрақты тоқ машиналары туралы жалпы мәліметтер жиналып, оның жұмыс істеу принципі мен құрылысы, сонымен бірге магнитті дірілін төмендетуге арналған есептеулер жүргізілген.

Тұрақты тоқ қозғалтқышымен жұмыс істеген кезде техника қауіпсіздігі, өртке қарсы шаралар және шуды төмендету есебі өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қарастырылған.

Экономикалық бөлімінде жобаланған тұрақты тоқ қозғалтқышының өзіндік құны және шығындарды азайту туралы жазылған.

Аннотация

В данном дипломном работе рассмотрена «Проектирование электродвигателя постоянного тока с улучшенными вибрационными характеристиками». Были собраны общие сведения про машин постоянного тока, принцип его работы и строения. А так же введен расчет по снижению магнитной вибрации.

В разделе по безопасности и жизнедеятельности рассматривались техника безопасности, способы по противостоянию огню и расчеты по снижению шума во время работы с двигателем постоянного тока.

В экономическом разделе описана себестоимость снижение растрат проектного двигателя постоянного тока.

Annotation

In this degree to work it is considered «Design of the electric motor of a direct current with the improved vibration characteristics». General information about cars of a direct current, the principle of his work and a structure has been collected.

In the section on safety and activity safety measures, ways on opposition to fire and calculations for noise reduction in operating time with the engine of a direct current were considered.

In the economic section prime cost decrease in wastes of the design engine of a direct current is described.

Кіріспе	10
1 Электр машиналарына және тұрақты тоқ қозғалтқышына жалпы шолу	11
1.1 Электр машиналарының қысқаша даму тарихы	11
1.2 Электр машиналары жайлы жалпы түсінік	12
1.3 Тұрақты тоқ машиналарының құрылымы	16
1.4 Тұрақты тоқ машиналарындағы энергияны түрлендірілу процесі	18
1.5 Тұрақты тоқ қозғалтқыштары	21
2 Тұрақты тоқ электр қозғалтқышын есептеу	24
2.1 Тұрақты тоқ қозғалтқышын есептеуге арналған берілгендері мен бастапқы мәліметтер	24
2.2 Негізгі өлшемдерді таңдау	25
2.3 Зәкірдің орамдарын таңдау	28
2.4 Тісті ауданының геометриясын есептеу	32
2.5 Зәкір орамаларының есептеулері	35
2.6 Магниттік тізбектің өлшемдерін анықтау	36
2.7 Магниттік тізбектің қимасының есептелулері	38
2.8 Магниттік сызықтардың орташа ұзындықтары	39
2.9 Магниттік тізбектің есептік қимасындағы индукцияны анықтау	40
2.10 Магниттік тізбектің бөлек аудандарындағы магниттік кернеу	42
2.11 Параллельді қоздыру орамаларының есептелулері	46
2.12 Коллектор және щеткалар	48
2.13 Коммутациялық параметрлер	49
2.14 Қосымша полюс орамаларының есептеулері	53
2.15 ПӘК және шығындар	54
2.16 Тұрақты тоқ қозғалтқышының жұмыстық сипаттамаларын анықтау	58
2.17 Жылулық есептеулер	64
2.18 Желдету есептеулері	70
3 Арнайы бөлім	73
3.1 Тұрақты тоқ қозғалтқышының магниттік дірілінің есептеулері	73
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі	77
4.1 Тұрақты тоқ қозғалтқышынмен жұмыс істеген кезде техника қауіпсіздігін ескеру	77
4.2 Тұрақты тоқ қозғалтқыш орналасқан бөлменің өрт-жарылыс қауіпсіздігі бойынша шаралар қолдану	78
4.3 Электр қозғалтқыштарымен жұмыс жасау барысында пайда болатын шуды төмендету шараларын қолдану	80
4.4 Цехта жұмыс жасағанда электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	85
5 Экономикалық есептеу бөлімі	86
5.1 Экономикалық анықтамалар	88

5.2	Жобаланған тұрақты ток электр қозғалтқыштарына экономикалық есеп жүргізу	86
	Қорытынды	96
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	97

Кіріспе

Қазіргі таңда өнеркәсіп пен ауылшаруашылығының қарқынды дамуын электірлендіругіз елестету мүмкін емес. Энергия көзі ретінде біз табиғат қорларын пайдаланып, энергияның бір түрден екінші түрге айналуын жүзеге асырамыз. Күн сәулесінің, желдің, өзендер мен теңіз тасқындарының, сонымен қатар, ядролық және химиялық энергиялар табиғатта шоғырланып, олардан электр энергиясын алып отырамыз. Аталған табиғи энергия көздерінен электр энергиясын алу шектеулі болып табылады, ол көп шығындарды талап ететіндіктен, барлық энергия түрлері алдымен жылу энергиясы арқылы гидравликалық немесе механикалық машиналардың көмегімен электр энергиясына түрленеді.

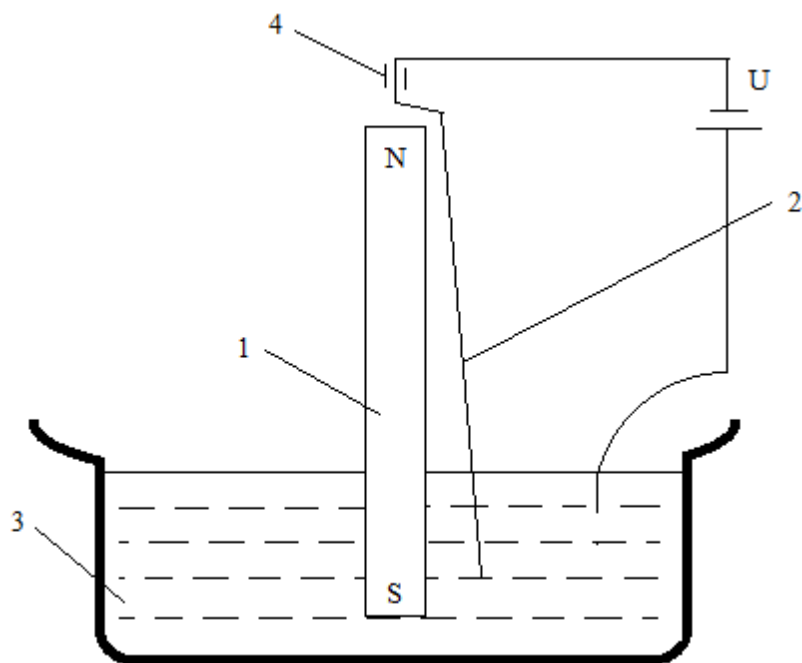
Электр энергиясын механикалық энергияға және керісінше механикалық энергияны электр энергиясына, электр энергиясының өзінің кернеуі әр түрлі электр энергиясына айналдыратын электр машиналары кең қолданыс табады. Электр техникада және электр энергетикада пайдаланылатын электр машиналар - оның түрлерінің құрылымын, жалғау сұлбаларын және қолданыстағы физика заңдарын қарастырады. Электр машиналардың түрлеріне трансформаторлар, тұрақты ток машиналары және айнымалы ток машиналары, асинхронды және синхронды машиналар жатады. Негізінде электр машиналары белгілі бір жұмыс атқаруға арналған. Асинхронды машиналар мен тұрақты ток машиналары механикалық энергия көзі ретінде пайдаланылады. Ал синхронды машиналар электр энергиясын алудың негізі және аз мөлшерде механикалық энергияның көзі болып табылады.

1 Электр машиналары және тұрақты ток қозғалтқыштарына жалпы шолу

1.1 Электр машиналардың даму тарихы

Электр машиналардың пайда болуы мен дамуы Еуропа мен АҚШ ғалымдарының қосқан үлесінен еркін көрінеді. Ең алғаш 1824 жылы электр қозғалтқыштың сұлбасын ұсынған П. Борлоу болып табылады. Ал 1831 жылы М. Фарадей өзінің электрмагниттік индукция заңын жариялағаннан кейін Р.М. деген атпен танытқан белгісіз өнертапқыш магнит электр генераторының техникалық сұлбасын жасады. Г. Уайльд, Ф. Нальмс, А. Пачинотти, П. Яблочков, Б. Якоби, В. Сименс, З. Грамм, Э. Томсон, Н. Тесла, Г. Феррарис, Е. Арнольд және т.б. ғалымдардың көмегімен электр энергиясының генераторы және тұрақты ток қозғалтқышының құрылымы осындай қазіргі түріне жетті.

Электр машинасының қарқынды дамуына Фарадейдің қозғалтқышы (1.1 сурет) үлес қосты. Ол тұрақты магниттен 1, оның айналасында тоғы бар өткізгіш 2 айналып тұратын электр қозғалтқышын ойлап тапты. Оның айнымалы түйіспесі бір жағында сынаппен толтырылған тостағанмен 3, ал екінші жағында 4 бекітпемен бекітілген. Фарадей ойлап тапқан қозғалтқыш өткізгіштегі тұрақты токқа және тұрақты магнит арқылы болатын тұрақты магнитті өрісте тұрақты электр энергиясын механикалық энергияға ауыстырып түрлендірді.



1 сурет – М. Фарадейдің қозғалтқышы

Бұл Фарадейдің жаңалығы әлдеқалай болған жоқ, ол көптеген физиктердің жасаған теориялары мен тұжырымдарының көмегімен жүзеге асты. 1799 жылы итальян ғалымы А. Вольта вольтты тіреу атты

электрмеханикалық генератор жасап тапқан. Ол құрылғы өзара бөлінген және қышқылмен жағылған мырышты және мысты дискілерден құралған.

XIX ғасырдың соңына қарай өнеркәсіп өндірісі қарқынды дамып, электр энергиясының қуатты көздерін, оларды қашықтыққа беру мен электр қозғалтқыштар көмегімен механикалық энергияға айналыруды талап етті. Бірақ тұрақты токтың электр энергиясын алыс қашықтыққа беру мүмкін емес болған соң, бұл талапты орындай алмады.

1889 жылы айнымалы токтың үш фазалы асинхронды қозғалтқышын құрастырған орыс ғалымы М.О. Доливо – Добровольский болды. Қазіргі кезде бұл үш фазалы жүйе мен үш фазалы қозғалтқышты пайдаланбайтын ел жоқ. Асинхронды қозғалтқыштардың құрылысы, жасалу технологиясы, жөндеу және эксплуатациясы қарапайым болғандықтан, халық шаруашылығының барлық саласында қолданып келеді. Электр машинасының келесі түрі – кернеу трансформаторын неміс және орыс физигі Б.С. Якоби ойлап тапқан. Ол суасты кабелдің көмегімен электр энергиясын жеткізу үшін индукциялық шарғыны пайдаланған. 1876 жылы бір фазалы трансформатордың үлгісін жасаған П. Яблочков болды. Оның әрі қарай жетілдіруін А. Гиббс, А. Голард және инженерлер О. Блати, М. Дери мен К. Циперновскилер іске асырды.

1.2 Электр машиналары жайлы жалпы түсінік

Электр механикасының заңдары бойынша электр машиналары механикалық энергияны электр энергиясына немесе керісінше, электр энергиясын механикалық энергияға айналырады.

Механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіретін электр машинасын генератор деп атаймыз. Стансыларда барлық энергия синхронды генератор арқылы жасалады. Ал электр қозғалтқыштары электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіреді. Электр машиналарды электр қозғалтқыш немесе генератор ретінде қолдануға болады. Қайтымдылық деп – электр машиналардың түрлендіретін энергияның бағытын өзгерту қасиетін айтады.

N және S өткізгіштерін магнит полюстерінің магнит өрістеріне орнататын болсақ, сонымен бірге белгілі бір F_1 күшпен айналдырсақ, сол кезде электр қозғаушы күш пайда болатыны мәлім:

$$e = B \cdot l \cdot V \cdot \sin\alpha = B \cdot l \cdot V, \quad (1.1)$$

мұндағы B - өткізгіш тұрған жердегі магниттік индукция;

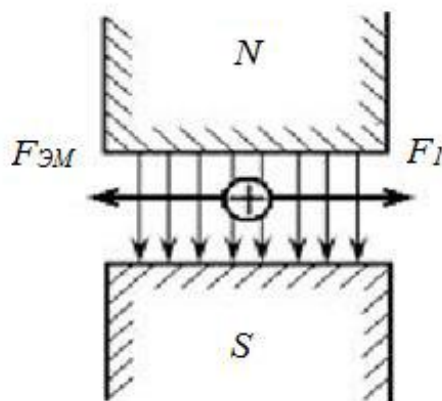
l - өткізгіш ұзындығы;

V - өткізгіш магнит өрісіндегі ығысу жылдамдығы;

α - магниттік индукция және өткізгіштің ығысу жылдамдығы арасындағы векторлардың бұрышы.

Электр қозғаушы күштің бағыты бағыты оң қол ережесі арқылы табылады. Өткізгіш белгілі бір энергияны тұтыну кедергісіне тұйықтайтын

болса, сонда тізбектің бойында электр қозғаушы күш әсерінен I ток жүретін болады. Және соның бағыты электр қозғаушы күш бағытымен бірдей болады. Сол кезде өткізгіштегі ток пен полюстердегі магнит өрістерінің бір-бірінің әрекеттерінен электр магниттік күш пайда болады. Ал оның бағыты сол қол ережесі арқылы табылады. Оның күші F_1 күшіне қарама-қарсы бағытталады, ал егер олар теңессе, өткізгіш тұрақты жылдамдықпен қозғалатын болады.



2 сурет – Электр машинасының әрекет ету принципі

Басқа қорек көзінен шығатын электр энергиясын өткізгіш арқылы жіберіп, өткізгіш бойындағы ток және полюстердегі магнит өрісі бір-бірімен әсерлесіп, соңында электр магниттік күш пайда болады. Пайда болған күштен өткізгіш магнит өрісіндегі белгілі бір механикалық энергияны қабылдайтын кедергілерді басып, машина қозғалтқыш режимінде істеп отырады. Сонда, электр магниттік индукцияның және күштердің заңдарына сүйенеін болсақ, электр машина генераторлық режимде және қозғалтқыш режимде қызмет атқарады.

Электр машиналар – айнымалы және тұрақты ток машиналары деп екіге бөлінеді. Айнымалы ток машиналарында айналу жиілігі желіде орналасқан токтың жиілігіне байланысты болады, айналатын магнит өрісі пайда болады.

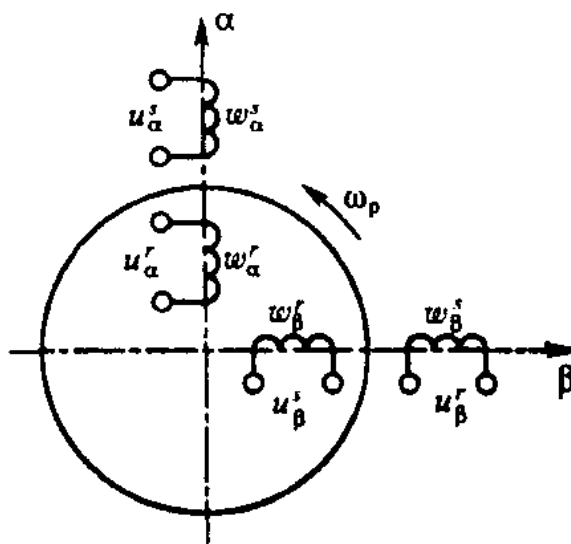
Электр машиналары негізгі екі бөліктен құрылады: айналатын – ротор және айнамайтын – статор.

Айнымалы ток машиналары бір фазалы және үш фазалы, әрекет ету принциптері бойынша синхронды және асинхронды деп бөлінеді. Синхронды машиналарда магнит өрісінің айналу жиілігімен бірдей болатын ротордың айналу жиілігі синхронды жылдамдықта энергия түрленеді. Синхронды машиналар генераторлар негізінде көп пайдаланылады, бүкіл шығарылатын энергия сол типтегі генераторлармен өндіріледі. Ал асинхронды машиналарда энергияны түрлендіру керісінше болады. Магнит өрісінің айналу жиілігі бірдей емес ротор айналу жиіліктегі асинхронды жиілігінде өтеді. Бірнеше маңызды қасиеттеріне байланысты асинхронды машиналарды электр қозғалтқыштар негізі ретінде қолданатын аса көп таралған электр машинаның бір типі болып табылады.

Уақытқа және бұрышына байланысты электр машиналарының орамаларында айырмашылықтағы тоқ өтеді.

Электр машиналарын жобалаған кезде жалғыз гармоникадан тұратын ауалық түйсікшеде дөңгелекті айналымдағы магнит өрістерді алуға тырысатын болады. Орамаларды 90° -қа ығыстыратын болсақ, өріс екі фазалы тоқты жүйемен іске қосылады. Ал егер 120° -қа ығыстырылған болса, үш фазалы жүйе арқылы құрылады. Электр машиналардың қоздыру орамалары магнитті өрістің қалыптасуына ықпал жасайды, сол себептен, энергияның электр механикалық өзгерістерге ұшырап түрлендірілуі болу мүмкін. Бірақ та активті қуат ауалық түйсікшеге электр желісінен немесе біліктен келетін болады. Қуат тек қана қалыпты және тұрақты режимде қоздырғыш орамаларынан алынбайтын болады.

Магнит өрісі айнымалы тоқ машиналарында реактивті токтармен құрылады, олар қосымша энергияны түрлендіруге де қатынасады.



3 сурет – Машина сұлбасының жалпы түрі

Электр машиналарының қарапайым сұлбасында екі фазалы машиналар кіреді, олардың ротор мен статорында екі орамдан болады (3 сурет). Суретке қарасақ, статор орамалары ω_α^s және ω_β^s кеңістіктегі және магнитті өрісте 90° айырмашылықта, ротор орамалары ω_α^r және ω_β^r өзара 90° ығыстырылды. Статор орамаларына U_α^r және U_β^r берілген болатын. Екі фазалы машиналардың ауалық түйсікшесінде айналмалы магнитті өріс алу үшін ротор мен статор орамаларына уақытқа байланысты 90° айырмашылықта болатын тоқтар тасымалданады. Электр механикасының үшінші заңына сүйенетін болсақ: бір-біріне байланысты қозғалыссыз болатын ротор мен статор өрістерінде энергияның электромеханикалық өзгеруі қандай да бір бұрыштық жылдамдыққа байланысты.

$$\omega_c = \omega_p \pm \omega_{n,p}, \quad (1.2)$$

мұндағы ω_c , ω_p , және $\omega_{n,p}$ – статор өрісінің, ротордың және ротор өрісінің бұрыштық жылдамдықтары болып табылады. Ауалық түйсікшедегі статор мен ротордың магнитті өрістері өзара байланысты қозғалыста болмайды. Ал егер ω_c немесе ω_p өзгертетін болсақ, ротордағы тоқ жиіліктері өзгертетін болады. Статор мен ротордың өрістері бір-біріне байланысты қозғалыссыз болады. Машинаның ауалық (3 сурет) түйсікшесіндегі айналмалы өріс жұмысы қандай да бір шарттарға байланысты. Электр машинасының шығысында синусоидалды кернеу болатын болса, сонмен бірге өріс синусоидалды болады, ал машина идеалды болады.

Идеалды машиналарда ауалық үйсікшесі жұмсақ және біркелкі болады. Ауалық түйсікшеде магнитті қозғаушы күш тарататын тоқты орамдар катармен жасалынады. Сол кезде машина қанықтырылмайды да, магнит өткізгіштігі μ шексіздікке теңеседі. Машинаның орамдары, магниттік жүйесі, ауалық түйсікшесі α және β остері бойынша симметриялы, яғни машина симметриялы болу керек. Өріс паралель және түзу болады, ауалық түйсікшесінің қисығы ескерілмейтін болады.

Ал реалды машиналарда, машинаның ауалық түйсікшесінде өрістің шексіз спектрлі гармоникасы, магнитті қозғаушы күштің синусоидалысыз таралғаннан, ротор мен статорда паздардың болғаннан, машинаның симметриясыздығынан, қанықтырылуынан және т.б. себептердің әсерінен болады. Жоғары гармоникалық энергияның түрлендірілуіне жоғары дәрежелі әсері бар, сол себептен басында машинаның түйсікшесінде бір өріс болған кезде машинаның қалай жұмыс жасайтынын ескеру керек.

Екі фазалы екі полюсті машинаны (3 сурет) жалпы электр машинасы деп атайды. Электр машиналарының теорияларының негізіне қарай энергияның электромеханикалық өзгеруінің теңдіктері жататындықтан, реалды машинаны сипаттайды деуге болады.

Электр машиналарда пайдаланылатын материалдар туралы айтатын болсақ, оларды оқшауламалық, активті және қиыстырмалық деп үшке бөледі. Активті материалдарды алатын болсақ, оларға электр машиналардың жұмыс істеу кезіндегі электромагниттік үрдістердің жақсы өтуін қамтамасыз ететін материалдар, яғни магниттер мен өткізгіштерді жатқызамыз. Меншікті кедергісі төмен мыс өткізгіштік материалдарға жатады. Одан коллекторлық пластинка мен түйіспелік сақина жасайды. Электр машиналардың орамаларын алюминийден, мыстан, тік бұрышты және кесіндідегі сымдардан жасайды.

Оқшауламалық материалдар – электрлік машиналардың ең негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Бұл материалдардың жұмыс сенімділігі дәрежесі оқшауламаның сапасына байланысты болады және эксплуатациялау жағдайында әртүрлі температураларының өзгерісі бойынша оқшаулама электрлік машиналардың сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Оқшауламалық материалдар қыздыруға, беріктігіне бойынша келесі

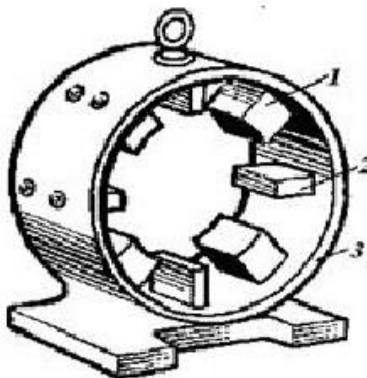
температуралардың класстарына бөлеміз: А – 110С, У – 100С, В – 120С, Е – 110С, Н – 190С, С – 190С.

Қиыстырмалық материалды электрмашиналардың детальдарін және бөліктерін құрастыру үшін қолданылады. Оларға болат, түсті металдар, шойын және олардың қорытпалары, сонымен бірге пласмассалар пайдаланылады. Бүгінгі заманда шойынның магнитті қасиеттерінің аздығына сәйкес магнитті өткізгіштер үшін сирек қолданылады. Болатты тұрақты ток машина станинаның магнит өткізгіштері, синхронды машинаның роторы және басқалар үшін пайдаланылады.

1.3 Тұрақты ток машиналарының құрылымы

Электр машиналары қорек көзіне сәйкес айнымалы және тұрақты ток машиналары деп екіге бөлінеді. Біздің қарасыратынымыз – тұрақты ток электрмашиналары. Тұрақты ток электрмашиналары тұрақты ток желісіне қосылады. Тұрақты ток машиналары авономды жүйеде генераторлы режімде тұрақты ток көзі болады, қозғалтқыш режімде тұрақты ток көзінен энергияны қабылдайды.

Тұрақты ток қозғалтқышы айналатын бөліктен – ротор және айналмайтын бөліктен – статордан тұрады. Ротор мен саторда электр энергиясын механикалық энергияға, немесе механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіру іске асырылады.

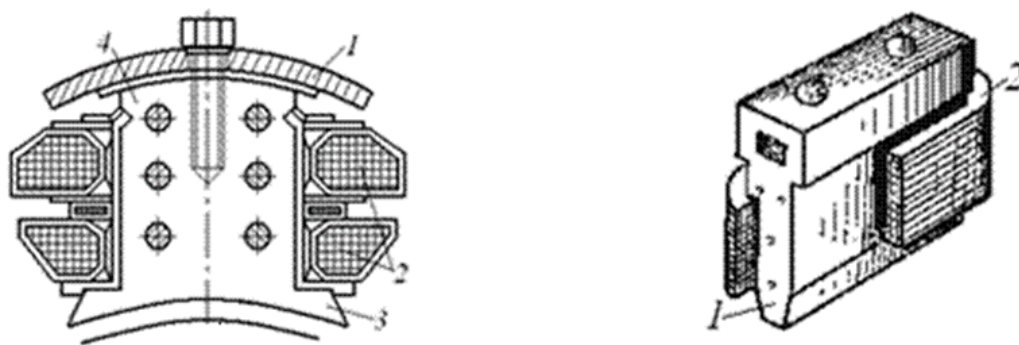


4 сурет – Тұрақты ток қозғалтқышының қозғалмайтын бөлігі

Айналатын және айналмайтын бөліктердің арасында саңылау орналасқан. Қозғалмайтын бөлігі (4 сурет) негізгі полюстерден (1), станинадан (3), қосымша полюстерден (2) тұрады. Станинаға болатармен айгөлектің шиттерін және де негізгі және қосымша полюстерін орналастырады.

Негізгі полюс (5 сурет, а) шпилькалармен тартылған қалыңдығы 0,4-1,0 мм электр техникалық болат табақшадан құралған өзекшелерге (4) ие болады. Өзекшеге қоздыру орамасының (2) екі шарғысы бекітілген, ал оның төменгі бөлігінде полюстің ұшынан полюстің центрі оның ұшына қарай ауа саңылауы

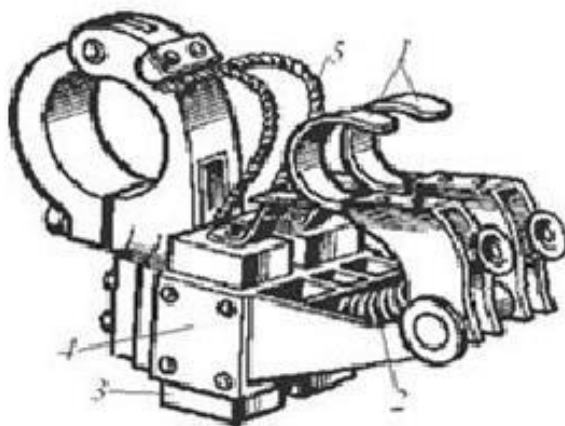
өтетіндей етіп орнатылған. Яғни, зәкір реакциясының әсерінен магнит өрісінің бұрмалануын азайту үшін жасалынған. Тұрақты ток машиналардағы компенсацияланған қозғалтқыштың полюстік ұштарында компенсациялық орамдарды бекіту үшін жойықтарды штамптылаған. Негізгі полюстер саны жұп болады, оңтүстік және солтүстік полюстері кезектесіп, қоздыру орамасының катушкасының полюстері жалғанады. Барлық катушкалардың полюстері тізбектеліп жалғанатын болады. Полюстер станинаға (1) болаттармен немесе шпилькалармен бекітіледі.



5 сурет – Негізгі (а) және қосымша (б) полюстер

Қосымша полюстер (5 сурет, б) кесіндісі тік бұрышты мыс шиналарынан жасалған орамдан (2), болаттан дайындалған өзекшеден (1) құрылады. Қосымша полюстің орамаларын зәкір орамаларымен тізбектеп жалғап, полюстер негізгі полюстердің араларына бекітіліп, станинаға болаттармен орнатылады. Қосымша полюстердегі ауа саңылаулары негізгісімен салыстырғанда көп болады. Қосымша полюстің көлденең кесіндісі тұрыққа қарай ұзарады.

Коллектордың бетімен электрлік түйісу үшін, оны щетка ұстағышқа бекітеді. Щетка ұстағыш (6 сурет) басу пластинадан (1), серіппеден (2), щеткаға қысымды жүргізетінінен (3) және құрсаудан (4) тұрады.

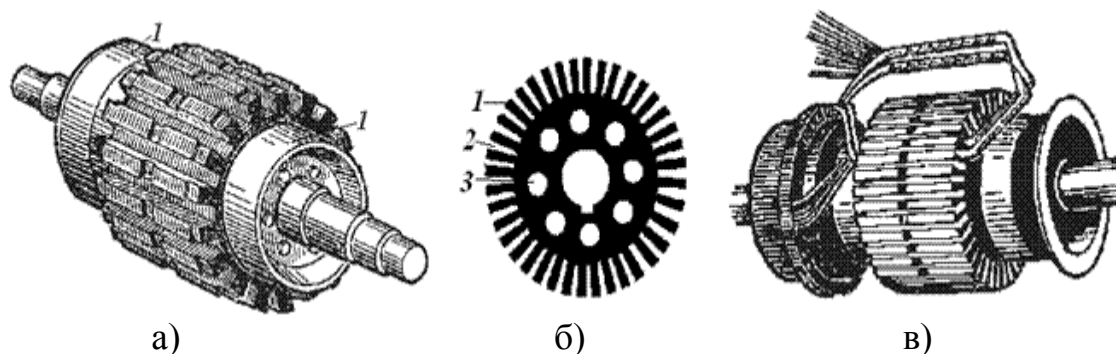


6 сурет – Щетка ұстағыш

Машинаның электр тізбегінің элементтерін щеткаға жалғап қою мақсатында иілгіш мыс троспен жабдықталуы керек. Бүкіл бір полярлықтағы щеткаұстағыштарға өзара қозғалтқыштарының шықпаларына жалғанып тұрған жинық шиналарына жалғанып тұрады. Щетка ұстағыштары травирске орнатылады. Тұрақы зәкір қозғалтқыштарының орамалары коллектордан, желдеткіштен, зәкір өзекшесінен және шарикті айгөлекті бөліктерінен құралады.

Машинаның зәкір өзекшесі (7 сурет, а) қалыңдығы 0,5 мм электротехникалық болат табақшасының пакетінен құрылады. Ал тоқарда шығынды азайту мақсатында бір-бірімен лақтайды. Пакет зәкір білігіне престелген, қысқыш шйбалармен (1) сығымдалған күйде ұсталатын болады.

Желдеткіш каналдары машинаның әкір өзекшесін жақсы салқындату үшін пайдаланылады. Пакет табақшалары (7 сурет, б) тістерден (1), ойықтардан (2) және желдеткіш ойықтардан (3) тұрады. Зәкір ормасының өткізгіштері өзекшенің пазына орналастырылады (7 сурет, в).

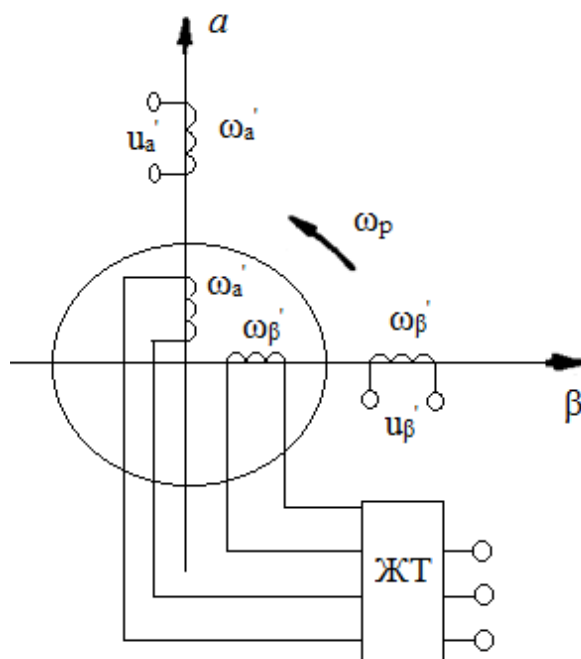


а – орамасыз зәкір; б – зәкір өзекшесінің болат табақшасы; в – тұрақты тоқтағы машинаның оралмаған зәкірі
7 сурет – Зәкірдің өзекшесі

Зәкір орамалары коллектордың пластиналарына жалғанған және өзара, сонымен бірге зәкір білігінен миканиті төсемдерден және де пластиналардан құрылған коллектордан құрылады. Коллекторлар бұрандалардан, басқыш сақинадан, миканитік төсемеден құрылады. Коллектор пластиналарының мықтылығын қамтамасыз ету үшін және монтаждау ыңғайлы болу үшін «қарлығаштың құйрығы» формасы реінде жасалады.

1.4 Тұрақты тоқ машиналарындағы энергияны түрлендіру процесі

Электр машинаның сұлбасынан тұрақты тоқ машинасын жасайтын болсақ, екі фазалы орамалы зәкірді жиілікті түрлендіргіштің көмегімен қосып алып және қоздыру орамаларын тоқ желісіне жалғаймыз (8 сурет). Тұрақты тоқ машиналарының зәкір өрісі мен статор өрістері өзара қозғалыссыз болады.

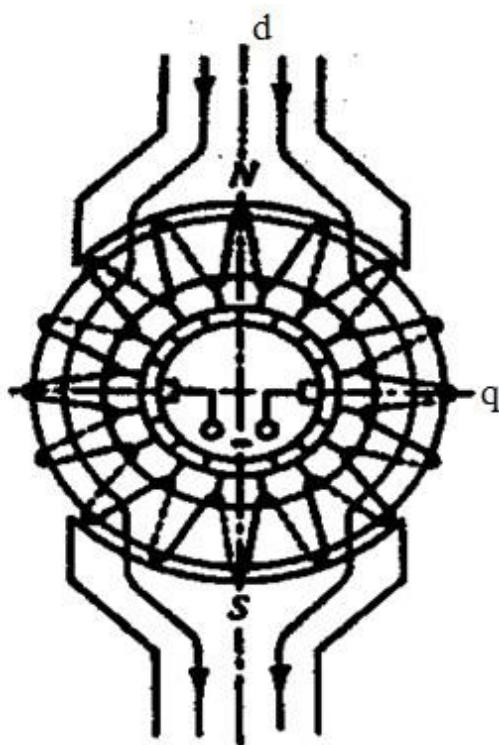


8 сурет – Тұрақты ток машинасының сұлбасы

Жиілікті механикалық түрлендіргіш арқылы тұрақты ток машиналарда токтың көп фазалы айнымалы тоққа түрлендірілуі жүзеге асады. Негізінде, тұрақты ток машиналарға коллекторлық машиналар да кіреді, ал егер машиналарда жиіліктің түрлендірілуі жартылай өткізгішті түрлендіргіштер көмегімен жүзеге асатын болса, мұндай машинаны вентильді немесе жартылай өткізгішті коммутаторы бар машиналар деп атаймыз.

Тұрақты ток машинадағы энергия өзгеруін тройалды грамалды орамалы машина сұлбасы (9 сурет) арқылы көреміз. Сол машиналарда зәкір орамаларының барлық тармағы коллекторлы тілімшелерге қосылған. Коллекторлы тілімшелері зәкірдің орамаларының тармақтарының бірінен соң бірінің байланысы арқылы орындалады.

Тұрақты ток машиналарында зәкір орамдарының секциясының саны коллекторлы тілімшелердің санымен бірдей болады. Ал селекци өз кезегінде бірінен соң бірі жалғанған тармақтардан тұрады.



9 сурет – Зәкір орамдары троилды болып келетін тұрақты ток машинасының сұлбасы

Коллекторлы тілімшелер бір-бірінен оқшауланады, машиналар айналған кезде щеткалар сырғанап кетіп, цилиндр тәрізді болады. Қозғалмайтын щеткаларға тұрақты кернеу берілетін болады. Коллекторлы щеткалы түйінді – коллекторлы тілімшелер мен щеткалар құрайды. Машинаның жақсы жұмыс істеуі – орамдардың секциясы коллекторлы пластиналарға шығарылатыны болып табылады. Сонымен бірге, щеткалар орамдар өткізгіштерінің көмегімен сырғанайтын болады.

Коллектордағы щеткалар саны машинаның полюстер санымен бірдей болады. Сонымен бірге, машиналарды тек солтүстік немесе оңтүстік полюсті етіп жасауға тиім салынған, сол секілді оң немесе теріс щеткалы етіп жасауға да болмайды. Машина зәкір орамындағы тоқ 2 параллель тармаққа бөлінеді, орамдарының параллель тармақтарының саны a жұп полюстер санына p тең болады.

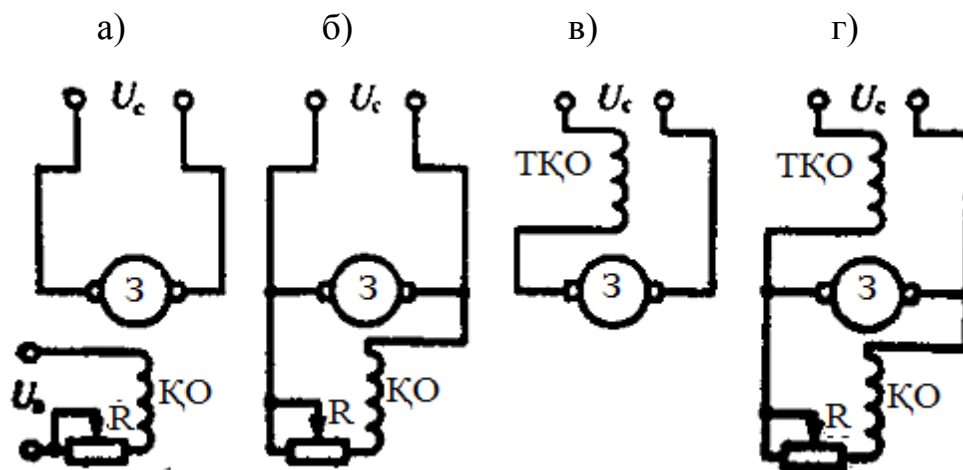
$$2 \cdot a = 2 \cdot p . \quad (1.3)$$

Тұрақты ток машинаның зәкірі айналған уақытта орамдарының секциялары параллель тармақтан келесі параллель тармаққа қарай өтетін болады. Осы кезде соның тоғының бағыты ауысады. Коммутация деп – осы секцияның бір параллель тармақтан екінші тармаққа өтуін айтады. Коммутация кезінде коммутацияланған секцияда тоқ өзгертін болады. Ал параллель тармақтағы тоқ пен зәкір тоқтарынан пайда болған зәкір өрісіндегі ток өзгермейді.

1.5 Тұрақы ток қозғалтқыштары

Тұрақты ток қозғалтқыштары электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіреді. Коллектордың көмегімен тұрақты ток қозғалтқышындағы жиілік түрлендіргіші айналу жиілігінің бірқалыпты және үнемдеп түрлендіретін болады.

Тұрақты ток қозғалтқыштары тәуелсіз қоздырылатын, параллель қоздырылатын, тізбектей қоздырылатын және аралас қоздырылатын болып қоздыру әдістеріне қарай бөлінеді.



a - тәуелсіз қоздырылатын қозғалтқыш; *б* - параллельді қоздырылатын қозғалтқыш; *в* - тізбектей қоздырылатын қозғалтқыш; *г* - аралас қоздырылатын қозғалтқыш

12 сурет – Қозғалтқыштың қоздыру түрлерінің сұлбалары

Тәуелсіз қоздырылатын қозғалтқыш 2-ге бөлінеді:

- қоздыру орамдары қозғалтқыш қысқыштарына немесе басқа тұрақты ток көзіне жалғанатын болса, онда оны электромагниттік қоздыру деп атайды.
- қоздыру орамының орнына тұрақты магниттер пайдаланылса, онда оны электрлік қоздыру деп атайды.

Желіден алынатын P_1 электр қуаты $\sum P$ шығындарын жауып тастау үшін пайдаланылады, кейіннен механикалық қуатқа P_2 ауысады.

$$P_1 = \sum P + P_2. \quad (1.5)$$

Шығын деп – машина қуатының жылуға ауысуын айтады. Машинадағы барлық шығындарды келесі өрнекпен есептейміз:

$$P = P_{\text{қоз}} + P_{\text{э}} + P_{\text{бол}} + P_{\text{мех}} + P_{\text{к}}, \quad (1.6)$$

мұндағы $P_{\text{қоз}}$ - қоздыру орамаларындағы электрлік шығындар;

P_{ε} - зәкір орамаларындағы электрлік шығындар;
 $P_{\text{бол}}$ - зәкір магнит өткізгіштерінің болаттағы шығындар;
 $P_{\text{мех}}$ - механикалық шығындар;
 P_{κ} – қосымша шығындар.

Электр магниттік қуат немесе ауалық саңылаудың қуаты пайдалы механикалық қуатқа ауысады да шығындарды өтеуге пайдаланылады.

Қозғалтқыштың электр магниттік моменті келесідей болады:

$$M_{\text{эм}} = \frac{P_{\varepsilon}}{\omega}. \quad (1.7)$$

Электр магниттік момент машина білігіндегі моментпен және шығынмен байланысты моментті теңестіреді.

Қозғалтқышты режим үшін $U > E$ және

$$U = E + I_a \cdot R_a; \quad (1.8)$$

$$I_a = \frac{U - E}{R_a}. \quad (1.9)$$

$E = c \cdot \Phi \cdot \omega$ болғандықтан, айналу жиілігі төмендегідей анықталады:

$$\omega = \frac{U - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi}. \quad (1.10)$$

Осы өрнекте айналу жиілігі желіден алынатын кернеуге тура пропорционал болып, ағынға кері пропорционал болады.

Айналу жиілігі былайша анықталады:

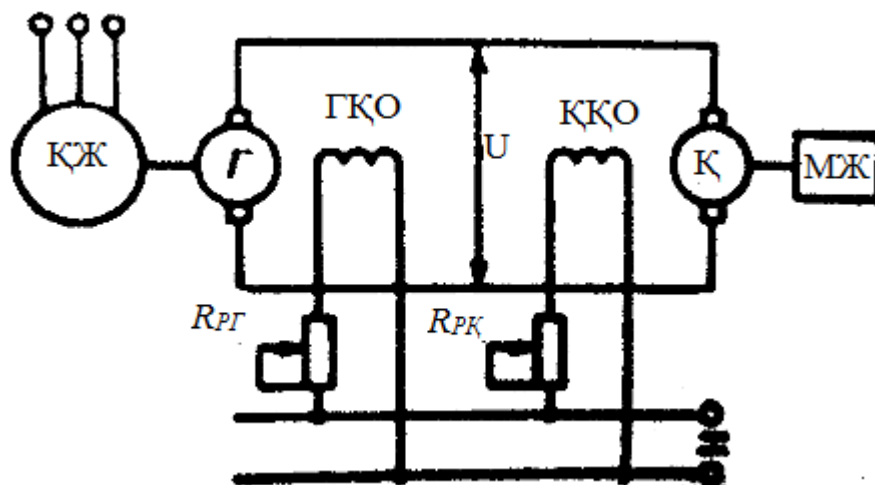
$$\omega = \frac{U}{c \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M}{(c \cdot \Phi)^2}. \quad (1.11)$$

Бұл өрнек қозғалтқыштың $U = \text{const}$ кезіндегі $\omega = f(M)$ механикалық сипаттамасын сипатайды.

Тұрақты тоқ қозғалтқышының негізгі сипаттамасы механикалық және жұмыстық сипаттамалары болып табылады.

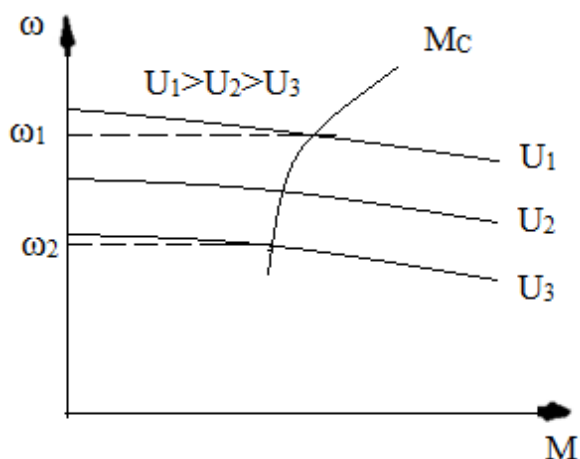
Тұрақты тоқ қозғалтқышының айналу жиілігі зәкрге келген кернеу арқылы реттеу әдісі көп пайдаланылып, реттеуге мүмкіндік береді. Генератор қозғалтқыш сұлбасы (12 сурет) зәкірдегі кернеу көмегімен машиналадың айналу жиілігін реттеу класикалық сұлбасы болып табылады. Осы сұлбаға назар аударсақ, тәуелсіз қоздырылатын генератордың зәкірі қозғалтқышты қоректендіретінін көреміз. Генератордағы G және қозғалтқыштағы K кернеуі сол генератордың қоздыру орамындағы GKO тоқтың көмегімен түрленеді. Генератор айнымалы тоқтағы немесе тұрақты тоқтағы асинхроңды

қозғалтқыш бола алатын қозғалқыштың арқасында айналатын болады. Генератордың айналу жылдамдығы тұрақты болады.



ҚЖ - жетектік қозғалтқыш; ГҚО – генератордың қоздыру орамасы; R_{PG} , R_{PK} – генератор мен қозғалтқыш орамдарының тармағындағы резисторлар
12 сурет – Генератор - қозғалтқыш жүйесі

Қозғалтқыш пен жетек механизмнің $ЖМ$ айналу жиілігі қозғалқыштың қоздыру орамындағы $КҚО$ ток кернеуімен реттелетін болады. Генератор қозғалтқыш сұлбасына қарасақ, кернеу ауысқандағы механикалық сипаттама төмендегі суретте (13 сурет) берілгендей сызық бойынша өзгереді.

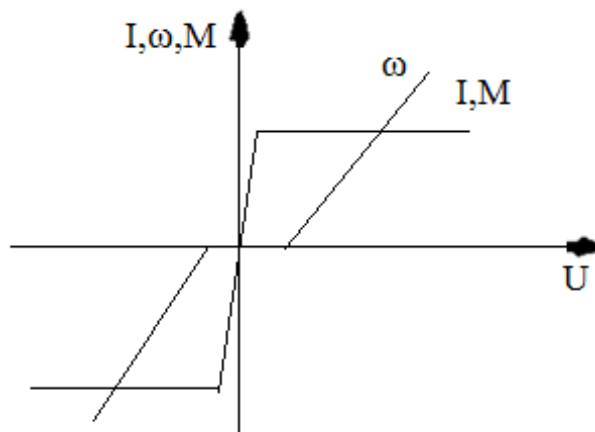


13 сурет – Генератор - қозғалтқыш жүйесіндегі айналу жиілігін реттеу

Генератор қозғалтқыш сұлбасындағы қозғалтқыштың айналу жиілігі реттеу 1:25, 1:100 және одан да жоғары шектерде өзгеруге мүмкіндік береді. Осы сұлбаларға қарасақ генератордың қоздыру орамасында тоқты түрлендіріп, реверстеуді іске келтіреді.

14 суретте тоқтың, айналу жиілігінің, моменттің кернеуге қатысты ауысулары көрсетілген. Генератор қозғалтқыш сұлбасындағы

артықшылығының бірі зәкірдегі токтың түрленбей айналу жиілігінің реттелуі болып табылады.



14 сурет – Генератор - қозғалтқыш жүйесіндегі реверстеу кезіндегі зәкірдегі токтың, моменттің және айналу жиілігінің өзгеруі

Жартылай өткізгіштегі техниканың дамуы арқылы Г-Қ сұлбасы тиристорлы жлектр жетектерімен ауыстырылған. Екі машинаның тиристорлы немесе транзисторлы күштік жартылай өткізгішті түрлендіргіштерімен алмастырылғанына қарамастан, Г-Қ сұлбасы реверсті жетектерде көп пайдаланылады. Себебі, бұл сұлба үлкен жүктемелік қабілетке ие болады.

2 Тұрақты ток электр қозғалтқышын есептеу

2.1 Тұрақты ток қозғалтқышын есептеуге арналған берілгендер мен бастапқы мәліметтер

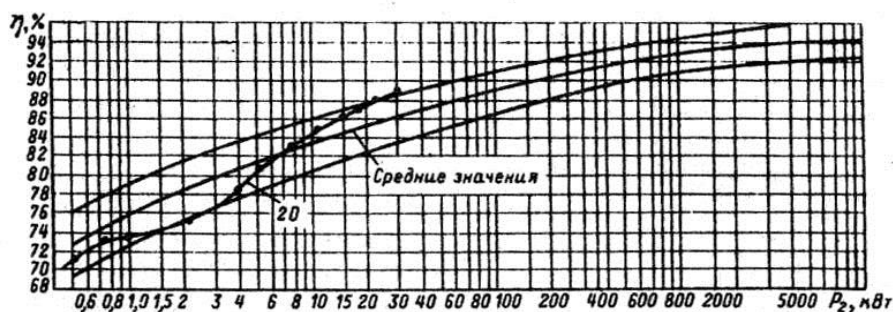
Тұрақты ток қозғалтқышының төменгі кестедегі берілгендері бойынша құрамды бөліктерін есептеу және жасау.

1 кесте - Тұрақты ток қозғалтқышын жобалауға арналған есептің берілгендері

1. Қуат P_n , кВт	22
2. Жүйенің номинал кернеуі U_n , В	220
3. Номинал айналу жиілігі n_n , айн/мин	1000
4. Айналу осінің биіктігі h , м	$160 \cdot 10^{-3}$
5. Параллельді қоздырылуы	Реттеу орамы жоқ
6. Қорғаныс дәрежесі бойынша орындалуы	IP22
7. Жұмыс режимі	Ұзақ
8. Қызуға төзгіштік оқшаулағыш сыныбы	B

2.2 Негізгі өлшемдерді таңдау

15 сурет берілгені бойынша электр қозғалтқышының ПӘК-нің мәнін аламыз.



15 сурет – ПӘК - тің қуатқа тәуелділігі

Берілген кестеде $\eta = 87$ болады. ЭҚ тоғын алдын ала есептеу бойынша мына формуланы пайдаланамыз:

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_H}{\eta \cdot U_H}, \text{ А}; \quad (2.1)$$

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{22 \cdot 10^3}{0,87 \cdot 220} = 114,94 \text{ А.}$$

Зәкір тоғын төменде берілген формуламен шығарамыз:

$$I_{\text{НОМ}} = (1 - k_B) \cdot I_{1H}, \text{ А}; \quad (2.2)$$

$$I_{\text{НОМ}} = (1 - 0,02) \cdot 114,94 = 0,98 \cdot 114,94 = 112,64 \text{ А.}$$

Төмендегі 2 кесте бойынша $k_B = 0,02$ деп аламыз.

2 кесте - k_2, k_K, k_B мәндері

Машинаның қуаты, кВт	k_2	k_K	k_B
1-ден төмен	1,4-1,15	0,65-0,85	0,2-0,08
1—10	1,2-1,1	0,82-0,95	0,1-0,025
10—100	1,15-1,06	0,85-0,97	0,035-0,02
100—1000	1,06-1,03	0,93-0,98	0,02-0,005

Электрмагниттік қуаттың мәні:

$$P' = P_H \cdot \frac{100 + \eta}{2 \cdot \eta}, \text{ A}; \quad (2.3)$$

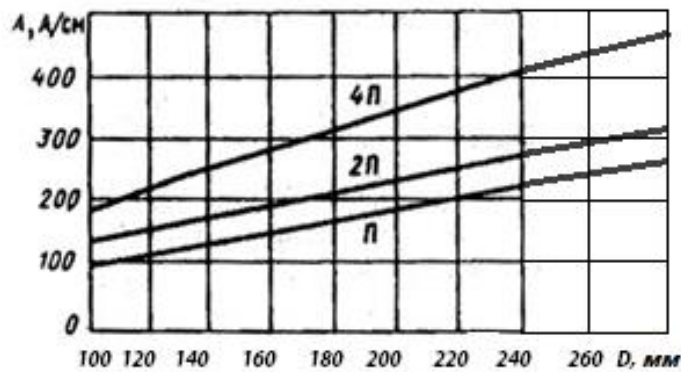
$$P' = 22000 \cdot \frac{100 + 87}{2 \cdot 87} = 23643,68 \text{ Вт.}$$

Зәкір диаметрінің мәні:

$$D = h, \text{ м};$$

$$D = 0,160 \text{ м.}$$

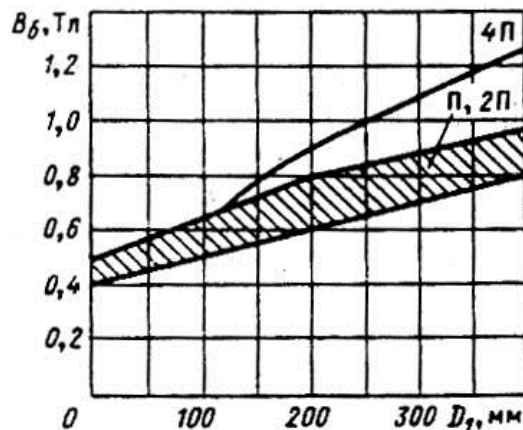
Зәкірдің сызықтық жүктемесін берілген 16 сурет бойынша таңдап аламыз:



16 сурет – Зәкір сызықтық жүктемесінің диаметріне тәуелділігі

$$A = 1,88 \cdot 10^4 \text{ A/м.}$$

Ауалық саңылау индукциясын төмендегі 17 суретке қарап таңдап аламыз:



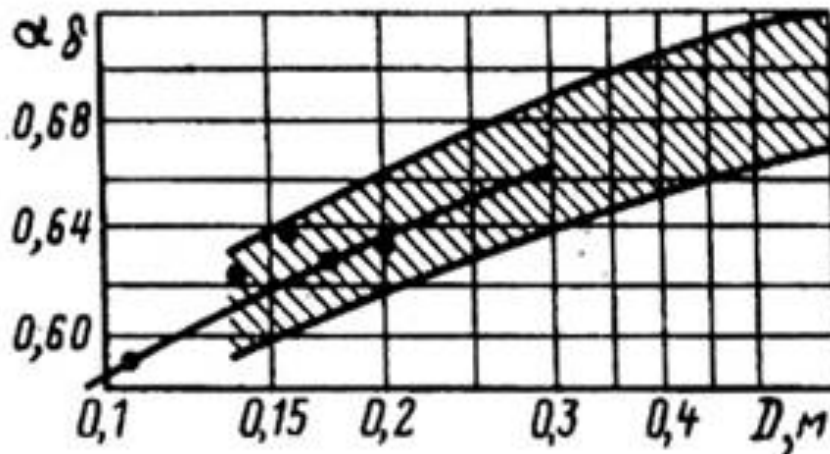
17 сурет – Ауалық саңылаудағы индукцияның зәкір диаметріне тәуелділігі

$$B_{\delta} = 0,75 \text{ Тл.}$$

Зәкірдің есептік ұзындығы мынаған тең:

$$l_{\delta} = \frac{6,1 \cdot P'}{\alpha_{\delta} \cdot A \cdot B_{\delta} \cdot D^2 \cdot n_H}, \text{ м,} \quad (2.4)$$

мұндағы α_{δ} - полюстік доғаның есептік коэффициенті, ол 18 сурет бойынша 0,61 - ге тең.



18 сурет - $\alpha_{\delta} = f(D)$ тәуелділігі

$$l_{\delta} = \frac{6,1 \cdot 23643,68}{0,64 \cdot 18800 \cdot 0,8 \cdot 0,16^2 \cdot 1000} = 0,624 \text{ м;}$$

Тарамдалған желдеткіш каналдары болмаған кезде l_{δ} зәкірдің өзекшесінің толық ұзындығына тең деп аламыз:

$$l_{\delta} = l_{II}, \text{ м;}$$

$$l_{II} = 0,624 \text{ м.}$$

Зәкірдің магнит өткізгіші ұзындығының диаметріне қатынасы:

$$\lambda = \frac{l_{\delta}}{D}; \quad (2.5)$$

$$\lambda = \frac{0,624}{0,160} = 3,9.$$

Тұрақты тоқ машинасының полюс санын, айнымалы жиілік мәніне қарап аламыз:

$$2p = 4.$$

Полюстік бөлу төмендегідей есептеледі:

$$\tau = \pi \cdot D / 2 \cdot p, \text{ м}; \quad (2.6)$$

$$\tau = 3,14 \cdot 0,160 / 4 = 0,125 \text{ м.}$$

Полюс соңының енінің есептік мәні келесі өрнекпен анықталады:

$$b_{\delta} = \alpha_{\delta} \cdot \tau, \text{ м}; \quad (2.7)$$

$$b_{\delta} = 0,64 \cdot 0,125 = 80 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Полюстің соңының енінің нақты мәні есептік мәнге тең болады:

$$b_p = b_{\delta}, \text{ м};$$

$$b_p = 80 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

2.3 Зәкірдің орамдарын таңдау

Параллельді тармақтардың тоғын табу үшін:

$$I_a = \frac{I_{\text{НОМ}}}{2 \cdot a}, \text{ А}; \quad (2.8)$$

$$I_a = \frac{98}{2} = 49 \text{ А.}$$

Параллельді тармақтарының саны $2 \cdot a = 2$ болатын жай толқындық орам таңдап аламыз.

Эффектілі өткізгіштердің жалпы санын алдын ала шығару:

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot A}{I_a}; \quad (2.9)$$

$$N = \frac{3,14 \cdot 0,12 \cdot 18800}{49} = 144,57 \approx 144.$$

Зәкірдің пазаларының шектік мәндері мынаған тең болады:

$$Z_{\min} = \frac{\pi \cdot D}{t_{Z1\max}}; \quad (2.10)$$

$$Z_{\min} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} = 25,12 \approx 25;$$

$$Z_{\max} = \frac{\pi \cdot D}{t_{Z1\min}}; \quad (2.11)$$

$$Z_{\max} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 50,24 \approx 50;$$

$$Z = 29;$$

$$t = \frac{\pi \cdot D}{Z} = \frac{3,14 \cdot 0,160}{29} = 0,01732 = 17,32 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Пазадағы эффектілі өткізгіштердің саны мынаған тең:

$$N_{II} = \frac{N}{Z}; \quad (2.12)$$

$$N_{II} = \frac{144}{29} = 4,96 \approx 5.$$

$N_{II} = 5$ деп қабылдасақ, онда:

$$N = N_{II} \cdot Z;$$

$$N = 5 \cdot 29 = 145.$$

Тістерінің екі беті параллельді жартылай жабық жұмыр пішінді паза таңдаймыз.

Үш нұсқаны салыстырып, $U_{II} = \frac{K}{Z}$ мәндері үшін коллекторлы тілімдердің санын K - ны анықтаймыз:

3 кесте - Коллекторлы тілімдердің санын K - ны анықтау нұсқалары

№	U_{II}	$K=U_{II} \cdot Z$	$\omega_c = \frac{N}{2 \cdot K}$	$U_{K.опт} = \frac{2 \cdot p \cdot U_H}{K}$
1	1	29	2,5	30,34
2	2	58	1,25	15,17
3	3	87	0,83	10,11

$U_{K.опт} = \frac{2 \cdot p \cdot U}{K}$ өрнегі 15-16 В аспау керек, сондықтан 3 - нұсқаны таңдап аламыз. Мұнда секциядағы толық тармақ саны $\omega_c = 0,83$, коллекторлы тілімдер саны $K=87$, пазадағы эффектілі өткізгіштер саны $N_{II} = 5$ тең. Сонда, зәкірдің орамындағы тармақ саны мынаған тең:

$$\omega_a = \frac{N}{2 \cdot \omega_c}; \quad (2.13)$$

$$\omega_a = \frac{145}{2 \cdot 0,83} = 87.$$

Сызықты жүктемені нақтылап алсақ:

$$A = \frac{N \cdot I_a}{\pi \cdot D}, \text{ А/м}; \quad (2.14)$$

$$A = \frac{145 \cdot 49}{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}} = 14142 \text{ А/м}.$$

Зәкірдің ұзындығын түзейміз:

$$l_s = 0,624 \cdot \frac{18800}{14142} = 0,83 \text{ м}.$$

Жартылай жабық пазадағы коллектордың сыртқы диаметрін келесідей жазамыз:

$$D_K \approx (0,65 - 0,8) \cdot D, \text{ м}; \quad (2.15)$$

$$D_K \approx (0,65 \dots 0,8) \cdot 160 \cdot 10^{-3} = (104 \dots 128) \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Коллектордың айналу жылдамдығын табамыз:

$$g_K = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_H}{60}, \text{ м/с}; \quad (2.16)$$

$$g_k = \frac{3,14 \cdot 0,128 \cdot 1000}{60} = 6,7 \text{ м/с.}$$

Коллекторлық бөлеміз:

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

$$t_k = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 10^{-3}}{87} = 4,62 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Пазадағы толық тоқ мынаған тең:

$$I_{II} = \frac{\pi \cdot D \cdot A}{Z}, \text{ А;} \quad (2.18)$$

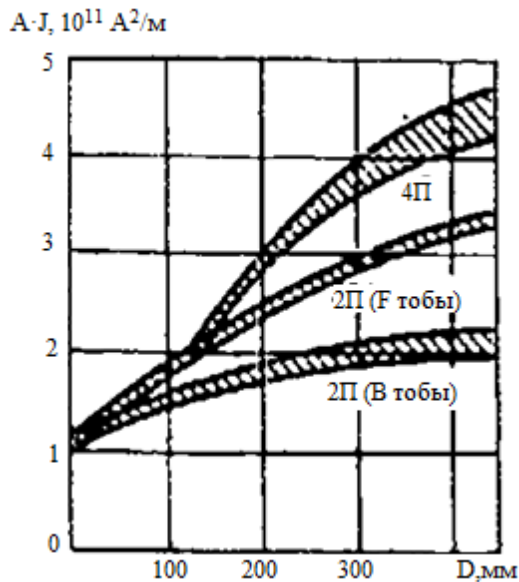
$$I_{II} = \frac{3,14 \cdot 0,160 \cdot 14142}{29} = 245 \text{ А.}$$

Зәкір орамындағы тоқ тығыздығын алдын ала есептеу үшін:

$$J_a = \frac{A \cdot J}{A}, \text{ А/м}^2; \quad (2.19)$$

$$J_a = \frac{2 \cdot 10^{11}}{14142} = 14,142 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2.$$

мұндағы $A \cdot J$ - ны төмендегі 19 сурет бойынша аламыз, ол $2 \cdot 10^{11}$ тең болады.



19 сурет - $A \cdot J$ - ның зәкір диаметрінен тәуелділігі

Эффективті сымның қимасын алдын ала шығарамыз:

$$q = \frac{I_a}{J_a}, \text{ м}^2; \quad (2.20)$$

$$q = \frac{49}{14,142 \cdot 10^6} = 3,46 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Шыққан мәндерге сәйкес ПЭТВ маркалы сымды таңдап аламыз. Мемлекеттік стандартты ескеретін болсақ, оқшауланбаған сымның диаметрі $d_{\text{оқшбағ}} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м тең, ал оқшауланған сымның диаметрі $d_{\text{оқш}} = 1,585 \cdot 10^{-3}$ м, тиімді өткізгіштің диаметрі $q = n_{\text{эл}} q_{\text{эл}} = 2 \cdot 1,767 \cdot 10^{-3} = 3,534 \cdot 10^{-6}$ м тең.

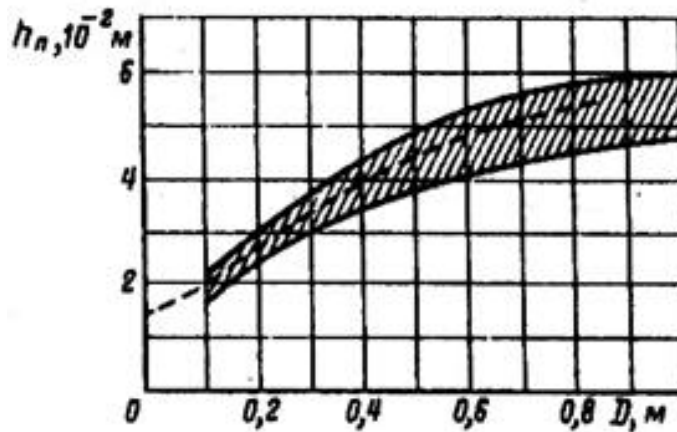
2.4 Тісті ауданының геометриясын есептеу

Алдын ала болжам бойынша толтыру коэффициентін $k_3 = 0,68 - 0,72$ мәндері аралығында болу қажет, сондықтан $k_3 = 0,71$ тең деп алып, жартылай жабық пазаның қимасын есептейміз:

$$S_0 = \frac{N_{\Pi} \cdot 2 \cdot d_{\text{уз}}^2}{k_3}, \text{ м}^2; \quad (2.21)$$

$$S_0 = \frac{5 \cdot 2 \cdot (1,585 \cdot 10^{-3})^2}{0,71} = 35,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

20 суретке назар аударсақ, паза биіктігі $h_{\Pi} = 23 \cdot 10^{-3}$ м тең болады.



20 сурет – Пазаның биіктігінің зәкір диаметріне тәуелділігі

Пазаның шлиц биіктігі $h_{III} = 0,7 \cdot 10^{-3}$ м, ал шлиц ені $b_{III} = 3 \cdot 10^{-3}$ м тең болады.

Тісінің ені келесі өрнекпен шығарылады:

$$b_z = \frac{B_\delta \cdot t_{z1}}{B_z \cdot k_c}, \text{ м}, \quad (2.22)$$

мұндағы $B_z = 1,95 \text{ Тл}$ - болат тісшесіндегі индукцияның ықтимал мәні, 3 - кестеден таңдаймыз.

k_c - зәкірдің магнит өткізгішінің болатпен толтырылу коэффициенті болып табылады, ол 0,97 тең.

$$b_z = \frac{0,75 \cdot 17,32 \cdot 10^{-3}}{1,95 \cdot 0,97} = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Үлкен радиусты табамыз:

$$r_1 = \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot h_{III}) - Z \cdot b_z}{2 \cdot (Z + \pi)}, \text{ м}; \quad (2.24)$$

$$r_1 = \frac{3,14 \cdot (16 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 0,07 \cdot 10^{-2}) - 29 \cdot 0,68 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot (29 + 3,14)} = 4,682 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Кіші радиусты табамыз:

$$r_2 = \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot h_{II}) - Z \cdot b_z}{2 \cdot (Z - \pi)}, \text{ м}; \quad (2.24)$$

$$r_2 = \frac{3,14 \cdot (16 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}) - 29 \cdot 0,68 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot (29 - 3,14)} = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Радиустар центрінің арақашықтықтары:

$$h_1 = h_{II} - h_{III} - r_1 - r_2, \text{ м}; \quad (2.25)$$

$$h_1 = 2,3 \cdot 10^{-2} - 0,07 \cdot 10^{-2} - 0,468 \cdot 10^{-2} - 0,31 \cdot 10^{-2} = 14,52 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Зәкір тістерінің қимасының минималды мәні:

$$S_Z = \frac{Z}{2 \cdot p} \cdot \alpha_\delta \cdot b_Z \cdot l_\delta \cdot k_C, \text{ м}^2; \quad (2.26)$$

$$S_Z = \frac{29}{4} \cdot 0,61 \cdot 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83 \cdot 0,97 = 24,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Электр қозғаушы күштің мәні:

$$E_H = U_H \cdot k_d, \text{ В}, \quad (2.27)$$

мұндағы $k_d = 0,85$ - ның мәнін 2 кесте бойынша аламыз.

$$E_H = 220 \cdot 0,85 = 187 \text{ В.}$$

Полюстегі магниттік ағынның алдын ала есептейміз:

$$\Phi_{\delta H} = \frac{60 \cdot E_H \cdot a}{p \cdot N \cdot n_H}, \text{ Вб}; \quad (2.28)$$

$$\Phi_{\delta H} = \frac{60 \cdot 187 \cdot 1}{2 \cdot 145 \cdot 1000} = 0,038 \approx 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ Вб.}$$

Зәкірдің магнит өткізгіші үшін 2312 үлгідегі болатты таңдап аламыз. Тіс қимасындағы индукцияның мәні төмендегідей болады:

$$B_Z = \frac{\Phi_{\delta H}}{S_Z}, \text{ Тл}; \quad (2.29)$$

$$B_Z = \frac{3,8 \cdot 10^{-2}}{24,2 \cdot 10^{-3}} = 1,57 \text{ Тл.}$$

2.5 Зәкір орамаларының есептеулері

Тармақтың маңдайшасының ұзындығы мынаған тең:

$$l_M \approx (1,2 \dots 1,35) \cdot \tau, \text{ м}; \quad (2.30)$$

$$l_M \approx 1,3 \cdot 0,125 = 0,162 \text{ м.}$$

Зәкір орамасының тармағының орташа ұзындығы:

$$l_{opt} = 2 \cdot (l_{II} + l_{II}), \text{ м}; \quad (2.31)$$

$$l_{opt} = 2 \cdot (0,83 + 0,162) = 1,98 \text{ м.}$$

3 кестеден алынған мәнді қолдана отырып, зәкір орамасының өткізгіштерінің толық ұзындығы төмендегіге тең болады:

$$L_{Ma} = \frac{N}{2} \cdot l_{opt}, \text{ м}; \quad (2.32)$$

$$L_{Ma} = \frac{145}{2} \cdot 1,98 = 143,55 \text{ м.}$$

$\vartheta = 20^\circ$ кезіндегі зәкір орамасының кедергісі:

$$R_a = \frac{L_{Ma}}{57 \cdot 10^6 \cdot q_a \cdot (2 \cdot a)^2}, \text{ Ом}; \quad (2.33)$$

$$R_a = \frac{143,55}{57 \cdot 10^6 \cdot 3,534 \cdot 10^{-6} \cdot 2^2} = 0,178 \text{ Ом.}$$

$\vartheta = 75^\circ$ кезіндегі зәкір орамасының кедергісі:

$$R_{an} = 1,22 \cdot R_a, \text{ Ом}; \quad (2.34)$$

$$R_{an} = 1,22 \cdot 0,178 = 0,217 \text{ Ом.}$$

Зәкір орамасының мысының салмағы:

$$m_{Ma} = 8900 \cdot L_{Ma} \cdot q_a, \text{ кг}; \quad (2.35)$$

$$m_{Ma} = 8900 \cdot 143,55 \cdot 3,534 \cdot 10^{-6} = 4,515 \text{ кг.}$$

Орма қадамының есептелулері келесідей болады:

а) коллекторлық қадам және қорытқы қадам:

$$y_K = y = \frac{K \pm 1}{p}; \quad (2.36)$$

$$y_K = y = \frac{87 \pm 1}{2} = 43.$$

ә) бірінші реттік қадам:

$$y_1 = K/(2p) \pm \varepsilon; \quad (2.37)$$

$$y_1 = 87/4 \pm 3/4 = 21.$$

б) екінші реттік қадам:

$$y_2 = y_K - y_1 = 43 - 21 = 22. \quad (2.37)$$

2.6 Магниттік тізбектің өлшемдерін анықтау

Зәкірдің ішкі диаметрі және білігінің диаметрі:

$$D_0 = 27 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_H}{n_H}}, \text{ м}; \quad (2.38)$$

$$D_0 = 27 \cdot \sqrt[3]{\frac{22 \cdot 10^3}{1000}} = 75 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

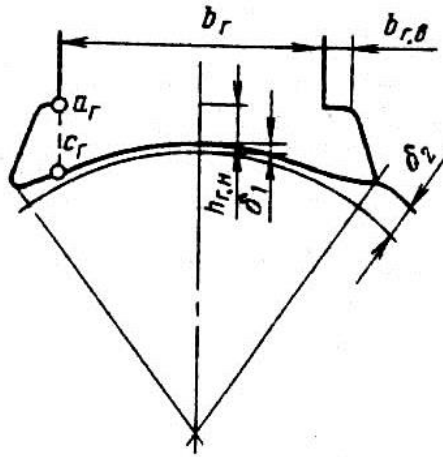
Зәкір арқашасының биіктігі:

$$h_j = \frac{D - D_0}{2} - h_{II}, \text{ м}; \quad (2.39)$$

$$h_j = \frac{160 \cdot 10^{-3} - 75 \cdot 10^{-3}}{2} - 23 \cdot 10^{-3} = 19,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Негізгі полюстердің өзекшесі үшін 3411 үлгідегі болатты таңдап аламыз, оның қалыңдығы 0,5 мм, сейілу коэффициенті $\sigma_{нег} = 1,25$, өзекше ұзындығы $l_{нег} = l_{\delta} = 0,83$ м, болатпен толтырылу коэффициентін, $k_C = 0,97$, полюстің соңының шығыңқы бөлігінің ені $b_B \approx 0,1 \cdot b_P = 0,1 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-3}$ м.

Негізгі полюс өзекшесінің ені (21 сурет):



21 сурет – Негізгі полюстің полюстік соңы

$$b_{\text{нег}} = b_p - 2 \cdot b_{\text{нег.В}}, \text{ м}; \quad (2.40)$$

$$b_{\text{Бнег}} = 80 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 64 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Өзекшедегі индукция мынаған тең:

$$B_{\text{нег}} = \frac{\sigma_B \cdot \Phi_{\text{дН}}}{k_C \cdot b_B \cdot l_B}, \text{ Тл}; \quad (2.41)$$

$$B_{\text{нег}} = \frac{1,25 \cdot 0,038}{0,97 \cdot 64 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83} = 0,92 \text{ Тл.}$$

Станинаның қимасы:

$$S_C = \frac{\sigma_r \cdot \Phi_{\text{дН}}}{2 \cdot B_C}, \text{ м}^2; \quad (2.42)$$

$$S_C = \frac{1,25 \cdot 0,038}{2 \cdot 1,3} = 182,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Станинаның ұзындығы:

$$l_C = l_r + 0,4 \cdot D, \text{ м}; \quad (2.43)$$

$$l_C = 83 \cdot 10^{-2} + 0,4 \cdot 16 \cdot 10^{-2} = 89,4 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Станинаның биіктігі:

$$h_c = S_c \cdot H_c = \frac{S_c}{l_c}, \text{ м}; \quad (2.44)$$

$$h_c = \frac{182,7 \cdot 10^{-4}}{89,4 \cdot 10^{-2}} = 2,04 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Станинаның сыртқы диаметрі:

$$D_{\text{сырт}} = 2 \cdot h - (8 \dots 10) \cdot 10^{-3}, \text{ м}; \quad (2.45)$$

$$D_{\text{сырт}} = 2 \cdot 160 \cdot 10^{-3} - (8 \dots 10) \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 160 \cdot 10^{-3} - 10 \cdot 10^{-3} = 310 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Станинаның ішкі диаметрі:

$$d_c = D_{\text{сырт}} - 2 \cdot h_c, \text{ м}; \quad (2.46)$$

$$d_c = 310 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 2,04 \cdot 10^{-3} = 305,92 \cdot 10^{-3} = 0,306 \text{ м.}$$

Негізгі полюстің биіктігі былайша табылады:

$$h_{\text{нег}} = \frac{d_c - D - 2\delta}{2}, \text{ м}, \quad (2.47)$$

мұндағы $\delta = 0,1 \cdot 10^{-2}$ м (18 сурет).

$$h_{\text{нег}} = \frac{30,6 \cdot 10^{-2} - 16 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-2}}{2} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

2.7 Магниттік тізбектің қимасының есептелулері

Ауалық саңылаудың қимасы:

$$S_\delta = b_p \cdot l_\delta, \text{ м}^2; \quad (2.48)$$

$$S_\delta = 0,08 \cdot 0,83 = 0,066 \text{ м}^2.$$

Зәкір болатының ұзындығы:

$$l_{\text{бол}} = l_\delta \cdot k_c, \text{ м}; \quad (2.49)$$

$$l_{\text{бол}} = 0,83 \cdot 0,97 = 0,805 \text{ м.}$$

Зәкір тізбегінің қимасының минималды мәні (2.26) өрнектің мәніне сәйкес:

$$S_Z = 24,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Зәкір арқашасының қимасы мынаған тең:

$$S_j = l_{CT} \cdot h_j, \text{ м}^2; \quad (2.50)$$

$$S_j = 0,805 \cdot 19,5 \cdot 10^{-3} = 15,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Негізгі полюстің өзекшесінің қимасы:

$$S_{нег} = k_C \cdot l_{Г} \cdot b_{Г}, \text{ м}^2; \quad (2.51)$$

$$S_{нег} = 0,97 \cdot 0,83 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 51,53 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Ендеше станинаның қимасы:

$$S_C = 182,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

2.8 Магниттік сызықтардың орташа ұзындықтары

Зәкірдегі паздың бар екендігін ескеретін ауалық саңылау коэффициенті төмендегідей анықталады:

$$k_{\delta i} = \frac{t_1 + 10 \cdot \delta}{t_1 - b_{III} + 10 \cdot \delta}; \quad (2.52)$$

$$k_{\delta i} = \frac{17,32 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 0,1 \cdot 10^{-2}}{17,32 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 0,1 \cdot 10^{-2}} = 1,1.$$

Ауалық саңылаудың есептік ұзындығы:

$$L_{\delta} = k_{\delta i} \cdot \delta, \text{ м}; \quad (2.53)$$

$$L_{\delta} = 1,1 \cdot 0,1 \cdot 10^{-2} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Зәкір тістері мынаған тең:

$$L_Z = h_{II} - 0,2 \cdot r_1, \text{ м}; \quad (2.54)$$

$$L_z = 2,3 \cdot 10^{-2} - 0,2 \cdot 0,468 \cdot 10^{-2} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Зәкір арқашасы:

$$L_j = \frac{\pi \cdot (D_0 + h_j)}{4 \cdot p} + \frac{h_j}{2}, \text{ м;} \quad (2.55)$$

$$L_j = \frac{3,14 \cdot (75 \cdot 10^{-3} + 22,5 \cdot 10^{-3})}{4 \cdot 2} + \frac{22,5 \cdot 10^{-3}}{2} = 49,51 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Негізгі полюстің өзекшесі:

$$L_{нез} = h_{\Gamma}, \text{ м;}$$

$$L_{нез} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Негізгі полюс пен станина арасындағы ауалық саңылау:

$$L_{C.П} = 2 \cdot l_{\Gamma} \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4}, \text{ м;} \quad (2.56)$$

$$L_{C.П} = 2 \cdot 0,83 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4} = 2,66 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Станинаның есептік ұзындығы:

$$L_c = \frac{\pi \cdot (D_0 - h_j)}{4 \cdot p} + \frac{h_j}{2}, \text{ м;} \quad (2.57)$$

$$L_c = \frac{3,14 \cdot (75 \cdot 10^{-3} - 22,5 \cdot 10^{-3})}{4 \cdot 2} + \frac{22,5 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,032 \text{ м.}$$

2.9 Магниттік тізбектің есептік қимасындағы индукцияны анықтау

Ауалық саңылаудағы индукция:

$$B_{\delta H} = \frac{\Phi_{\delta H}}{S_{\delta}}, \text{ Тл;} \quad (2.58)$$

$$B_{\delta H} = \frac{0,038}{0,066} = 0,576 \text{ Тл.}$$

Зәкір тістерінің қимасындағы индукциясы келесі формуламен есептеледі:

$$B_z = \frac{\Phi_{\delta H}}{S_z}, \text{ Тл}; \quad (2.59)$$

$$B_z = \frac{3,8 \cdot 10^{-2}}{24,2 \cdot 10^{-3}} = 1,57 \text{ Тл.}$$

Зәкір арқашасындағы индукциясы:

$$B_j = \frac{\Phi_{\delta H}}{2 \cdot S_j}, \text{ Тл}; \quad (2.60)$$

$$B_j = \frac{0,038}{2 \cdot 15,7 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \text{ Тл.}$$

Негізгі полюс өзекшесіндегі индукциясы:

$$B_{\text{нег}} = \frac{\sigma_{\Gamma} \cdot \Phi_{\delta H}}{S_{\text{нег}}}, \text{ Тл}; \quad (2.61)$$

$$B_{\text{нег}} = \frac{1,25 \cdot 3,8 \cdot 10^{-2}}{51,53 \cdot 10^{-3}} = 0,92 \text{ Тл.}$$

3411 үлгідегі болат үшін шектік мән: $B_{\text{нег}} \leq 1,5$ Тл. Станинадағы индукцияны анықтау өрнегі:

$$B_c = \frac{\sigma_{\text{нег}} \cdot \Phi_{\delta H}}{2 \cdot S_c}, \text{ Тл}; \quad (2.62)$$

$$B_c = \frac{1,25 \cdot 0,038}{2 \cdot 182,7 \cdot 10^{-4}} = 1,3 \text{ Тл.}$$

Негізгі полюс пен станина арасындағы ауалық саңылау индукциясы мынаған тең:

$$B_{c.л} = B_{\Gamma}, \text{ Тл};$$

$$B_{c.л} = 0,92 \text{ Тл.}$$

2.10 Магниттік тізбектің бөлек аудандарындағы магниттік кернеу

Ауалық саңылаудың магниттік кернеуі:

$$F_{\delta} = 0,8 \cdot B_{\delta} \cdot L_{\delta} \cdot 10^6, \text{ A}; \quad (2.63)$$

$$F_{\delta} = 0,8 \cdot 0,576 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 = 506,9 \text{ A}.$$

Ағынды ығыстыру коэффициентінің өрнегі:

$$k_Z = \frac{t \cdot l_{\delta}}{b_Z \cdot l_C}; \quad (2.64)$$

$$k_Z = \frac{17,32 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83}{6,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,805} = 2,626.$$

Зәкір тістерінің магниттік кернеуінің анықтау өрнегі:

$$F_Z = H_Z \cdot L_Z, \text{ A}; \quad (2.65)$$

$$F_Z = 2,7 \cdot 10^3 \cdot 22,06 \cdot 10^{-3} = 59,56 \text{ A}.$$

Бұл жерде H_Z 2312 маркалы болат үшін алынады. Зәкір ярмасының магниттік кернеуі:

$$F_j = H_j \cdot L_j, \text{ A}; \quad (2.66)$$

$$F_j = 4 \cdot 10^2 \cdot 49,51 \cdot 10^{-3} = 19,8 \text{ A}.$$

Негізгі полюс өзекшесінің магниттік кернеуі келесідей шығарылады:

$$F_{\Gamma} = H_{\Gamma} \cdot L_{\Gamma}, \text{ A}; \quad (2.67)$$

$$F_{\Gamma} = 170 \cdot 7,2 \cdot 10^{-2} = 12,24 \text{ A}.$$

Негізгі полюс пен станина арасындағы ауалық саңылаудың магниттік кернеуінің мәні:

$$F_{C,II} = 0,8 \cdot B_{\Gamma} \cdot L_{C,II} \cdot 10^6, \text{ A}; \quad (2.68)$$

$$F_{C,II} = 0,8 \cdot 0,92 \cdot 2,66 \cdot 10^{-4} \cdot 10^6 = 195,77 \text{ A}.$$

Станинаның магниттік кернеуін табамыз:

$$F_C = H_C \cdot L_C, \text{ A}; \quad (2.69)$$

$$F_C = 1,590 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 50,88 \text{ A.}$$

Полюстің магнит қозғаушы күшінің қосындысын есептейміз:

$$F_{\Sigma} = F_{\delta} + F_Z + F_j + F_{\Gamma} + F_{C.П} + F_C, \text{ A}; \quad (2.70)$$

$$F_{\Sigma} = 506,9 + 59,56 + 19,8 + 12,24 + 195,77 + 50,88 = 845,15 \text{ A.}$$

Өтпелі қабат магнит қозғаушы күші:

$$F_{\delta j} = F_{\delta} + F_j + F_Z, \text{ A}; \quad (2.71)$$

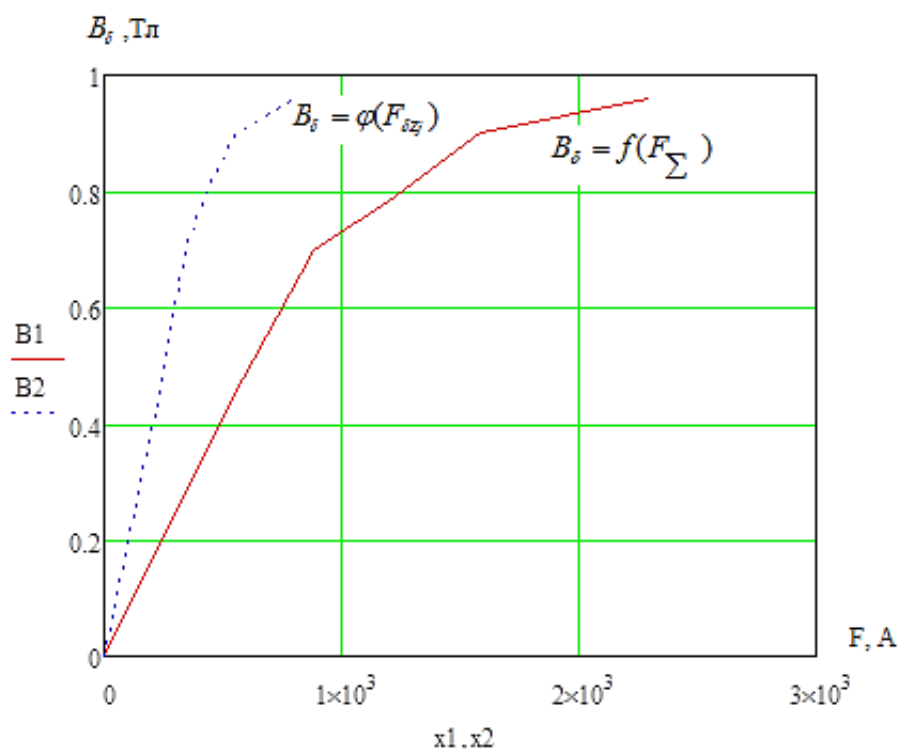
$$F_{\delta j} = 506,9 + 19,8 + 59,56 = 586,26 \text{ A.}$$

4 кесте – Есептелген шамалардың мәндері

Есептік шамалары	Өлшем бірлігі	$0,5 \cdot \Phi_{\text{ЭН}}$	$0,75 \cdot \Phi_{\text{ЭН}}$	$0,9 \cdot \Phi_{\text{ЭН}}$	$1 \cdot \Phi_{\text{ЭН}}$	$1,1 \cdot \Phi_{\text{ЭН}}$	$1,15 \cdot \Phi_{\text{ЭН}}$
ЭҚК	В	93,5	140,25	168,3	187	205,7	215,05
Магнит ағыны	Вб	0,019	0,0285	0,0342	0,038	0,0418	0,0437
Ауалық саңылаудағы магнит индукциясы	Тл	0,288	0,432	0,518	0,576	0,633	0,66
Ауалық саңылаудағы магнит кернеуі	А	253,45	380,17	456,21	506,9	557,6	582,9
Зәкір тістеріндегі магнит индукциясы	Тл	0,78	1,177	1,4	1,57	1,727	1,8
2312 үлгідегі болат үшін зәкір тістеріндегі магнит өрістің кернеулігі	А/м	131	370	1000	2700	8900	13400
Тістердің магнит кернеуі	А	2,9	8,177	22,1	59,67	196,7	296,14
Зәкір арқашасының магнит индукциясы	Тл	0,6	0,9	1,08	1,2	1,32	1,38
Зәкір арқашасының магнит өрісінің кернеулігі	А/м	86	190	288	400	610	880
Зәкір ярмасының магнит кернеуі	А	4,2	9,31	14,11	19,6	29,89	43,12
Негізгі полюс магнит ағыны	Вб	0,0237	0,0356	0,0427	0,0475	0,0522	0,0546
Негізгі полюс өзекшесінің магнит индукциясы	Тл	0,46	0,69	0,83	0,92	1,012	1,058
3411 үлгідегі болат үшін негізгі полюс өзекшесінің магнит ағынның кернеулігі	А/м	85	127,5	153	170	187	195,5

4 кестенің жалғасы

Негізгі полюс өзекшесінің магнит кернеуі	А	6,12	9,18	11,01	12,24	13,46	14,07
Станина мен негізгі полюс арасындағы ауалық саңылаудағы магнит индукциясы	Тл	0,46	0,69	0,83	0,92	1,012	1,058
Станина мен негізгі полюс арасындағы ауалық саңылаудағы магнит кернеуі	А	97,88	146,83	176,2	195,77	215,35	225,13
Станинадағы магнит индукциясы	Тл	0,65	0,975	1,17	1,3	1,43	1,495
Станинадағы магнит өрістің кернеулігі	А/м	535	885	1227	1590	2300	2890
Станинаның магнит кернеуі	А	17,12	28,32	39,26	51	73,6	92,5
Барлық магнит тізбектердің қосындысы	А	381,67	581,98	718,89	845,18	1086,6	1253,86
Айнымалы қабат аудандарының магнит кернеулерінің қосындысы	А	260,55	397,65	492,42	586,17	784,2	922,16



22 сурет – Магниттелу сипаттамалары

2.11 Параллельді қоздыру орамаларының есептелулері

Зәкірдегі реакцияның магниттелу әсері өтпелі сипаттамамен табылады: $F_{qd} = 220$ А. Параллельді орамға керекті магнитті қозғаушы күш:

$$F_{op} = F_{\Sigma} + F_{qd}, \text{ А}; \quad (2.72)$$

$$F_{op} = 845,18 + 220 = 1065,18 \text{ А.}$$

Параллельді орамның катушкасының енін $b_{к\text{т.ор}} = 20 \cdot 10^{-3}$ м деп аламыз, онда орамның тармағының орташа ұзындығы келесідей болады:

$$l_{op\text{ор.}} = 2 \cdot (l_{\Gamma} + b_{\Gamma}) + \pi \cdot (b_{к\text{т.в.}} + 2 \cdot \Delta_{uz}), \text{ м}; \quad (2.73)$$

$$l_{op\text{ор.}} = 2 \cdot (830 \cdot 10^{-3} + 64 \cdot 10^{-3}) + 3,14 \cdot (20 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3}) = 1855,8 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Параллельді орамның мысының қимасы:

$$q_{op} = \frac{k_{кор} \cdot 2 \cdot p \cdot F_{op} \cdot l_{op\text{ор.}} \cdot a}{57 \cdot 10^6 \cdot U}, \text{ М}^2, \quad (2.74)$$

мұндағы $a = 1$ деп аламыз, ол параллельді қоздырудағы орамның параллельді тармақтарының саны болып табылады, ал $k_{кор}$ - қор коэффициенті және оны 1,2 - ге тең деп аламыз.

$$q_{op} = \frac{1,2 \cdot 4 \cdot 1065,18 \cdot 1855,8 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{57 \cdot 10^6 \cdot 220} = 0,76 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

ПЭТВ домалақ сым таңдап аламыз, жалғыз сымның диаметрін $1 \cdot 10^{-3}$ м, оқшауланған сымның диаметрін $1,08 \cdot 10^{-3}$ м, сым қимасын $0,785 \cdot 10^{-6}$ м деп аламыз.

IP22 машиналары үшін номиналды тоқ тығыздығы келесідей табылады:

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

Полюстегі тармақ саны мынаған тең болады:

$$\omega_T = \frac{F_T}{J_T \cdot q_T}; \quad (2.75)$$

$$\omega_T = \frac{1065,18}{6 \cdot 10^6 \cdot 0,76 \cdot 10^{-6}} = 233,6.$$

Номиналды қоздыру тоғын табамыз:

$$I_{н.к.} = \frac{F_T}{\omega_B}, \text{ А}; \quad (2.76)$$

$$I_{н.к.} = \frac{1065,18}{233,6} = 4,6 \text{ А}.$$

Орамдағы тоқ тығыздығын есепейміз:

$$J_{н.к.} = \frac{I_{н.к.}}{q_T} = \frac{4,6}{0,76 \cdot 10^{-6}} = 6 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2.$$

Орамның толық ұзындығы келесі формуламен табылады:

$$L_{op} = 2 \cdot p \cdot l_{орт.ор.} \cdot \omega_T, \text{ М}; \quad (2.77)$$

$$L_{op} = 4 \cdot 1855,8 \cdot 10^{-3} \cdot 233,6 = 1734 \text{ м}.$$

$\vartheta = 20^0$ температура кезіндегі қоздыру орамының кедергісін табамыз:

$$R_{op} = \frac{L_{op}}{57 \cdot 10^6 \cdot q_{op}}, \text{ Ом}; \quad (2.78)$$

$$R_{op} = \frac{1734}{57 \cdot 10^6 \cdot 0,76 \cdot 10^{-6}} = 40 \text{ Ом.}$$

$\vartheta = 75^0$ температура кезіндегі қоздыру орамының кедергісін табамыз:

$$R_{B75} = 1,22 \cdot R_{op}, \text{ Ом}; \quad (2.79)$$

$$R_{B75} = 1,22 \cdot 40 = 48,8 \text{ Ом.}$$

Параллельды орамның мысының салмағы төмендегідей анықталады:

$$m_{M.C.} = 8,9 \cdot L_{B,cp} \cdot q_B \cdot 10^3, \text{ кг}; \quad (2.80)$$

$$m_{M.C.} = 8,9 \cdot 1734 \cdot 0,76 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 = 11,73 \text{ кг.}$$

2.12 Коллектор және щеткиалар

Бейтарап аймақтың ені:

$$b_{B.A} = \tau - b_p, \text{ м}; \quad (2.81)$$

$$b_{B.A} = 0,125 - 0,08 = 0,045 \text{ м.}$$

Щетканың енін $b_{щ} = (2-4) \cdot t_K$ деп жазамыз, щетканың стандартты өлшемдерін келесідей болады: $b_{щ} \times l_{щ} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. ЭГ үлгідегі щетканы таңдаймыз. Щетканың коллектормен беттесу беті:

$$S_{щ} = b_{щ} \cdot l_{щ}, \text{ м}^2; \quad (2.82)$$

$$S_{щ} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Рұқсат етілген тоқ тығыздығында бұрандаға келетін щеткиалар санын анықтаймыз:

$$N_{щ} = \frac{I_{н.о.м}}{p \cdot S_{щ} \cdot J_{щ}}; \quad (2.83)$$

$$N_{щ} = \frac{112,64}{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 11 \cdot 10^4} = 2,048.$$

Шыққан мәнге сәйкесінше $N_{ш} \approx 2$ деп аламыз. Барлық щеткалардың коллектормен жанасу бету мынаған тең:

$$\sum S_{ш} = 2 \cdot p \cdot N_{ш} \cdot S_{ш}, \text{ м}^2; \quad (2.84)$$

$$\sum S_{ш} = 4 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Щеткалар астындағы ток тығыздығын анықтаймыз:

$$J_{ш} = \frac{2 \cdot I_H}{\sum S_{ш}} \text{ А/м}^2; \quad (2.85)$$

$$J_{ш} = \frac{2 \cdot 112,64}{20 \cdot 10^{-4}} = 22,53 \cdot 10^4 \text{ А/м}^2.$$

Коллектордың активті ұзындығын анықтаймыз:

$$l_K = N_{ш} \cdot (l_{ш} + 8 \cdot 10^{-3}) + 10 \cdot 10^{-3}, \text{ м}; \quad (2.86)$$

$$l_K = 2 \cdot (25 \cdot 10^{-3} + 8 \cdot 10^{-3}) + 10 \cdot 10^{-3} = 76 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

2.13 Коммутациялық параметрлер

Коммутация аймағының ені келесі формуламен есептеледі:

$$b_{К.А.} = \left(\frac{b_{ш}}{t_K} + U_{II} - \frac{a}{p} + \varepsilon_K \right) \cdot t_K \cdot \frac{D}{D_K}, \text{ м}; \quad (2.87)$$

$$b_{К.А.} = \left(\frac{10 \cdot 10^{-3}}{4,62 \cdot 10^{-3}} + 3 - \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \right) \cdot 4,62 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{160 \cdot 10^{-3}}{128 \cdot 10^{-3}} = 31,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

$$\frac{b_{К.А.}}{\tau - b_p} = \frac{31,25 \cdot 10^{-3}}{45 \cdot 10^{-3}} = 0,69 \quad \text{қатынасын анықтаймыз, шыққан мән}$$

$\frac{b_{К.А.}}{\tau - b_p} = 0,55 - 0,7$ шартын қанағаттандыру керек. Паздың магнит өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda = 0,6 \cdot \frac{h_{II}}{2 \cdot r_2} + \frac{h_{ш}}{b_{ш}} + \frac{l_{II}}{l_a} + \frac{2,5 \cdot 10^5}{A \cdot l \cdot \omega_C \cdot g_a} \cdot \frac{a}{p}, \quad (2.88)$$

$$\text{мұндағы } g_a = \frac{\pi \cdot D \cdot n_H}{60} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{60} = 8,37 \text{ м/с}.$$

$$\lambda = 0,6 \cdot \frac{23 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,1 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,7 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} + \frac{162 \cdot 10^{-3}}{830 \cdot 10^{-3}} + \frac{2,5 \cdot 10^5}{14142 \cdot 830 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83 \cdot 8,37} \cdot \frac{1}{2} = 4,28.$$

Реактивті электр қозғаушы күш:

$$E_p = 2 \cdot \lambda \cdot \omega_c \cdot l_\delta \cdot A \cdot g_a \cdot 10^{-6}, \text{ В}; \quad (2.89)$$

$$E_p = 2 \cdot 4,28 \cdot 0,83 \cdot 0,83 \cdot 14142 \cdot 8,37 \cdot 10^{-6} = 0,7 \text{ В}.$$

Қосымша полюстің астындағы ауалық саңылауын табамыз:

$$\delta_{\text{кoc}} \approx (1,5 - 2) \cdot \delta, \text{ м}; \quad (2.90)$$

$$\delta_{\text{кoc}} \approx (1,5 - 2) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Қосымша полюс астындағы ауалық саңылаудың есептік ұзындығын есептейміз:

$$L_{\delta\text{кoc}} = k_{\delta\text{кoc}} \cdot \delta_{\text{кoc}}, \text{ м}; \quad (2.91)$$

$$L_{\delta\text{кoc}} = 1,087 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2,174 \cdot 10^{-3};$$

$$k_{\delta\text{кoc}} = \frac{t_1 + 10 \cdot \delta_D}{t_1 - b_{III} + 10 \cdot \delta_D} = \frac{17,32 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{17,32 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 1,087.$$

Қосымша полюс астындағы ауалық саңылаудағы орташа индукциясы мынаған тең:

$$B_{\delta\text{кoc}} = \frac{E^1_p}{2 \cdot l_\delta \cdot g_a}, \quad (2.92)$$

мұндағы $E^1_p = 1,1 \cdot E_p = 1,1 \cdot 0,7 = 0,77$ В тең болады, себебі коммутацияны жылдамдату үшін келесі өрнекті пайдаланамыз.

$$B_{\delta\text{кoc}} = \frac{E^1_p}{2 \cdot l_\delta \cdot g_a} = \frac{0,77}{2 \cdot 0,83 \cdot 8,37} = 0,055 \text{ Тл}.$$

Алдын ала есептеулердің мәнін қолдана отырып, қосымша полюс соңының есептік ені келесідей болады:

$$b^1_{\text{кoc}} < (0,55 - 0,75) \cdot b_{K.A.}, \text{ м}; \quad (2.93)$$

$$b_{\text{кoc}}^1 < (0,55 - 0,75) \cdot 31,25 \cdot 10^{-3} = 17,19 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Қосымша полюс ұштығының ақиқат ені:

$$b_{\text{кoc.п.}} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Ауалық саңылаудағы қосымша полюс магниттік ағынын табамыз:

$$\Phi_{\text{дкoc}} = B_{\text{дкoc}} \cdot l_{\text{кoc.п.}} \cdot b_{\text{кoc}}^1, \text{ Вб}; \quad (2.94)$$

$$\Phi_{\text{дкoc}} = 0,055 \cdot 830 \cdot 10^{-3} \cdot 17,19 \cdot 10^{-3} = 0,784 \cdot 10^{-3} \text{ Вб.}$$

Қосымша полюстегі сейілу коэффициентін $\sigma_{\text{кoc}} = 2,5$ деп алып, қосымша полюс өзекшесінде орналасқан магнит ағыны келесідей анықталады:

$$\Phi_{\text{кoc}} = \sigma_{\text{кoc}} \cdot \Phi_{\text{дкoc}}, \text{ Вб}; \quad (2.95)$$

$$\Phi_{\text{кoc}} = 2,5 \cdot 0,784 \cdot 10^{-3} = 0,196 \cdot 10^{-2} \text{ Вб.}$$

Қосымша полюс өзекшесінің қимасын табамыз:

$$S_{\text{кoc}} = l_{\text{кoc.п.}} \cdot b_{\text{кoc.п.}} \cdot k_C, \text{ м}^2; \quad (2.96)$$

$$S_{\text{кoc}} = 830 \cdot 10^{-3} \cdot 11 \cdot 10^{-3} \cdot 0,97 = 8856 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Қосымша полюс өзекшесінің есептік индукциясын табамыз:

$$B_{\text{кoc.оз.}} = \frac{\Phi_{\text{кoc}}}{S_{\text{кoc}}}, \text{ Тл}; \quad (2.97)$$

$$B_{\text{кoc.оз.}} = \frac{0,196 \cdot 10^{-2}}{8856 \cdot 10^{-6}} = 0,22 \text{ Тл.}$$

Алынған мәліметтерді төмендегі кестеге енгіземіз.

5 кесте – Ораманың қосымша полюстерінің магнитті тізбегінің есебі

есептелінген шамалар	Өлшем бірлігі	есептеулер мәндері
1) ауалық саңылаудағы магнит ағыны	Вб	$0,784 \cdot 10^{-3}$
2) ауалық саңылаудағы магнит индукциясы	Тл	0,055
3) ауалық саңылаудың магнит кернеуі	А	95,65
4) зәкір тістеріндегі магнит индукциясы	Тл	0,144
5) зәкір тістеріндегі магнит өріс кернеулігі	А/м	31
6) тістердің магнит кернеуі	А	0,68
7) ярмадағы магнит индукциясы:		
негізгі ағын мен қосымша ағын бағыттарына сәйкес аймақта;	Тл	1,23
негізгі ағын мен қосымша ағын бағыттарының қарама-қарсы бағыттарына сәйкес аймақта	Тл	1,18
8) магнит өрісінің кернеулігі:		
В индукция аймағында	А/м	430
В индукция аймағында	А/м	380
ярмадағы магнит өрісінің кернеулігінің орташа мәні	А/м	25
9) зәкірдің магнит кернеуі	А	1,24
10) қосымша полюстің магнит ағыны	Вб	$1,96 \cdot 10^{-3}$
11) қосымша полюс өзекшесіндегі магнит индукциясы	Тл	0,22
12) қосымша полюс өзекшесінің магнит өрісінің кернеулігі	А/м	176
13) қосымша полюс өзекшесінің магнит кернеуі	А	11,64
14) станина мен қосымша полюс арасындағы ауалық саңылаудың магнит кернеуі	А	35
15) станинадағы магнит индукциясы:		
негізгі ағын мен қосымша ағын бағыттарына сәйкес аймақта;	Тл	1,64
негізгі ағын мен қосымша ағын бағыттарына қарама-қарсы сәйкес аймақта	Тл	1,45

5 кестенің жалғасы

16) станинадағы магнит өрісінің кернеулігі:		
В индукция аймағында	А/м	4700
В индукция аймағында	А/м	2440
17) станинадағы магнит өрісінің кернеулігінің орташа мәні	А/м	1130
18) станина аймағының магнит кернеуі	А	36,16
19) барлық аймақтағы магнит кернеудің қосындылары	А	180,37
20) қосымша полюс магниттік қозғаушы күші	А	2530

2.14 Қосымша полюс орамаларының есептеулері

Бір полюске келетін қосымша полюс орамасының тармақтарының санын анықтаймыз:

$$\omega_{\text{кoc}} = \frac{F_{\text{кoc}}}{I}; \quad (2.98)$$

$$\omega_{\text{кoc}} = \frac{2530}{112,64} = 22,46.$$

Осыдан шыққан мәнді $\omega_{\text{кoc}} = 22$ деп аламыз. Өткізгіштердің қимасын алдын ала есептейтін болсақ, ол төменгі өрнекпен есептеледі:

$$q_{\text{кoc}} = \frac{I}{a_{\text{кoc}} \cdot J_{\text{кoc}}}, \text{ м}^2; \quad (2.99)$$

$$q_{\text{кoc}} = \frac{112,64}{1 \cdot 6 \cdot 10^6} = 18,77 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

$I \leq 1000$ А тоқтарда $a_{\text{кoc}} = 1$ деп алған дұрыс болады, ал пайдаланылған әдебиеттердің мағлұматтарына байланысты тоқ тығыздығын $J_{\text{кoc}} = 6 \cdot 10^6$ А/м деп аламыз.

Қосымша полюстердің өткізгіш орамдарын ПСД үлгідегі дөңгелек сым тандап аламыз. Пайдаланылған әдебиеттерде көрсетілген параметрлеріне

сәйкес: сымның диаметрі $5 \cdot 10^{-3}$ м, оқшауланған сымның диаметрі $5,45 \cdot 10^{-3}$ м, ал сым қимасы $19,63 \cdot 10^{-6}$ м². Катушканың ені $b_{КТ.} = 9 \cdot 10^{-3}$ м болады.

Қосымша полюстің орамының тармағының орташа ұзындығын келесідей есептейміз:

$$l_{\text{қос.орт}} = 2 \cdot (l_{\Gamma} + b_{\Gamma}) + \pi \cdot (b_{КТ.} + 2 \cdot \Delta), \text{ м}; \quad (2.100)$$

$$l_{\text{қос.орт}} = 2 \cdot (830 \cdot 10^{-3} + 64 \cdot 10^{-3}) + 3,14 \cdot (11 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}) = 0,94 \text{ м.}$$

Орамның өткізгіштерінің толық ұзындығын табамыз:

$$L_{\text{қос}} = 2 \cdot p \cdot l_{\text{Д.ср}} \cdot \omega_{\text{Д}}, \text{ м}; \quad (2.101)$$

$$L_{\text{қос}} = 4 \cdot 0,94 \cdot 22 = 82,72 \text{ м.}$$

$\vartheta = 20^{\circ}$ температурадағы қосымша полюс орамдарының кедергісін анықтаймыз:

$$R_{\text{қос}} = \frac{L_{\text{Д}}}{57 \cdot 10^6 \cdot a_{\text{д}}^2 \cdot q_{\text{Д}}}, \text{ Ом}; \quad (2.102)$$

$$R_{\text{қос}} = \frac{82,72}{57 \cdot 10^6 \cdot 1^2 \cdot 19,63 \cdot 10^{-6}} = 0,074 \text{ Ом.}$$

$\vartheta = 75^{\circ}$ температурадағы қосымша полюс орамдарының кедергісін анықтаймыз:

$$R_{\text{қос}75} = 1,22 \cdot R_{\text{қос}}, \text{ Ом}; \quad (2.103)$$

$$R_{\text{қос}75} = 1,22 \cdot 0,074 = 0,1 \text{ Ом.}$$

Қосымша полюс орамдарының мысының салмағы мынаған тең:

$$m_{\text{қос}} = 8,9 \cdot 10^3 \cdot L_{\text{Д}} \cdot q_{\text{Д}}, \text{ кг}; \quad (2.104)$$

$$m_{\text{қос}} = 8,9 \cdot 10^3 \cdot 82,72 \cdot 19,63 \cdot 10^{-6} = 14,451 \text{ кг.}$$

2.15 ПӘК және шығындар

Зәкір орамындағы электрлік шығындарды табамыз:

$$P_{\text{э}} = I^2 \cdot R_a, \text{ Вт}; \quad (2.105)$$

$$P_{\text{э}} = 112,64^2 \cdot 0,217 = 2753,25 \text{ Вт.}$$

Қосымша полюс орамдарындағы электрлік шығындар келесідей табылады:

$$P_{\text{э.кос.}} = I^2 \cdot R_d, \text{ Вт}; \quad (2.106)$$

$$P_{\text{э.кос.}} = 112,64^2 \cdot 0,1 = 1268,8 \text{ Вт.}$$

Параллельді қоздыру орамындағы электрлік шығындарды табамыз:

$$P_{\text{э.к.}} = U_k \cdot I_{k.H}, \text{ Вт}; \quad (2.107)$$

$$P_{\text{э.к.}} = 220 \cdot 4,6 = 1012 \text{ Вт.}$$

Коллектордағы щеткалардың айнымалы түйіспелеріндегі электрлік шығындар келесідей анықталынады:

$$P_{\text{э.щ.}} = 2 \cdot \Delta U_{\text{щ}} \cdot I, \text{ Вт}; \quad (2.108)$$

$$P_{\text{э.щ.}} = 2,5 \cdot 112,64 = 281,8 \text{ Вт.}$$

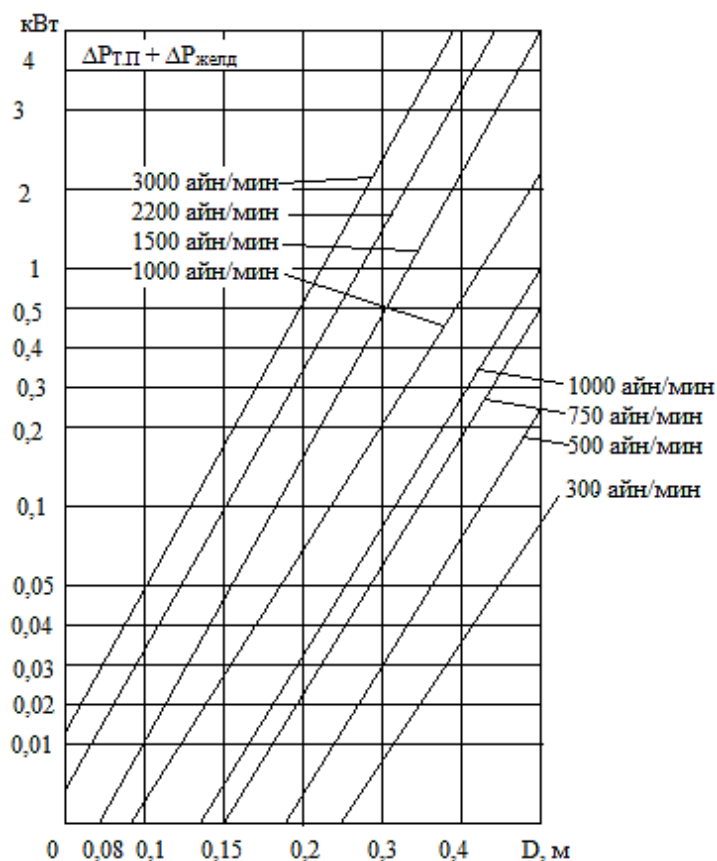
Щеткалардың коллектормен үйкелгендегі болатын шығындарын есептейміз:

$$P_{\text{т.щ}} = \sum S_{\text{щ}} \cdot p_{\text{щ}} \cdot f \cdot \mathcal{G}_k, \text{ Вт}; \quad (2.109)$$

$$P_{\text{т.щ}} = 20 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 0,2 \cdot 6,7 = 107,2 \text{ Вт.}$$

мұндағы $p_{\text{щ}}$ - щеткаға түсетін қысым және ол ЭГ - 14 үлгідегі щетка үшін $4 \cdot 10^4$ тең.

Мойынтіректегі және желдеткіштегі шығындар (23 сурет):



23 сурет – Мойынтірек пен вентиляциядағы шығындар

$$(P_M + P_{желед}) = 50 \text{ Вт.}$$

Зәкірдің ярмасының болатының салмағы мына өрнек арқылы табамыз:

$$m_j = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi \cdot [(D - 2 \cdot h)^2 - D_0^2]}{4} \cdot l_{cm} \cdot k_C, \text{ кг}; \quad (2.110)$$

$$m_j = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot [(145 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 23 \cdot 10^{-3})^2 - (75 \cdot 10^{-3})^2]}{4} \cdot 830 \cdot 10^{-3} \cdot 0,97 = 20,58 \text{ кг.}$$

Зәкір тістерінің болатының шартты салмағын анықтаймыз:

$$m_z = 7800 \cdot Z \cdot b_z \cdot \left(h_1 + \frac{r_1 + r_2}{2} \right) \cdot l_\delta \cdot k_C, \text{ кг}; \quad (2.111)$$

$$m_z = 7800 \cdot 29 \cdot 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot \left(14,52 \cdot 10^{-3} + \frac{4,682 \cdot 10^{-3} + 3,1 \cdot 10^{-3}}{2} \right) \cdot 0,83 \cdot 0,97 = 22,8 \text{ кг.}$$

Зәкір ярмасындағы магниттік шығындар төмендегі өрнекпен табылады:

$$P_j = m_j \cdot p_j, \text{ Вт}; \quad (2.112)$$

$$P_j = 20,58 \cdot 5,79 = 119,16 \text{ Вт.}$$

мұндағы $p_j = 5,79 \text{ Вт} / \text{кг}$.

Зәкір тістеріндегі магниттік шығынды табамыз:

$$P_Z = m_Z \cdot p_Z, \text{ Вт}; \quad (2.113)$$

$$P_Z = 22,8 \cdot 9,92 = 226,17 \text{ Вт},$$

мұндағы $p_Z = 9,92 \text{ Вт} / \text{кг}$.

Қосымша шығындарды келесі өрнекпен есептейміз:

$$P_{\text{кос}} = 0,01 \cdot U \cdot I_H, \text{ Вт}, \quad (2.114)$$

мұндағы $I_H = 117,24 \text{ А}$.

$$P_{\text{кос}} = 0,01 \cdot 220 \cdot 117,24 = 257,93 \text{ Вт.}$$

Шығындардың қосындысы:

$$\sum P = P_{\text{э.д}} + P_{\text{э.}} + P_{\text{э.к.}} + P_{\text{э.ш.}} + P_{\text{т.ш.}} + (P_{\text{т.п}} + P_{\text{жел}}) + P_j + P_Z + P_{\text{кос}}, \text{ Вт}; \quad (2.115)$$

$$\sum P = 2753,25 + 1268,8 + 1012 + 281,18 + 107,2 + 50 + 119,16 + 226,17 + 257,93 = 6076 \text{ Вт.}$$

Тұтынылатын қуаттың мәні:

$$P_1 = P_H + \sum P, \text{ Вт}; \quad (2.116)$$

$$P_1 = 22000 + 6076 = 28076 \text{ Вт.}$$

Тоқ келесідей табылады:

$$I_{1H} = \frac{P_1}{U_H}, \text{ А}; \quad (2.117)$$

$$I_{1H} = \frac{28076}{220} = 127,62 \text{ А};$$

$$I_H = I_{1H} - I_{\text{в.н}}, \text{ А}; \quad (2.118)$$

$$I_H = 127,62 - 4,6 = 123 \text{ А.}$$

Төмендегі өрнекпен ПӘК- ті есептейміз:

$$\eta = \frac{P_H}{P_H + \sum P}; \quad (2.119)$$

$$\eta = \frac{22000}{22000 + 6076} = 0,78 .$$

2.16 Тұрақты тоқ қозғалтқышының жұмыстық сипаттамаларын анықтау

$U=220 \text{ В}$ және $I_k=I_{к.н.}$ болған кезде жұмыстық сипаттамаларын есептеу үшін жүктемелі бос жүріс шығындары өзгермейді деп аламыз да, ол төмендегі өрнекке тең болады:

$$P_0 = P_j + P_Z + (P_{Т.П.} + P_{жесл}) + P_{Т.Ш.}, \text{ Вт}; \quad (2.120)$$

$$P_0 = 119,16 + 226,17 + 50 + 107,2 = 502,53 \text{ Вт.}$$

Зәкірдің номиналды тоғындағы электр қозғаушы күшінің мәні:

$$E_H = U - I_a \cdot (R_a + R_{кос}) - 2 \cdot \Delta U_{ш}, \text{ В}; \quad (2.121)$$

$$E_H = 220 - 123 \cdot (0,217 + 0,1) - 2,5 = 178,5 \text{ В.}$$

Ауалық саңылаудағы номиналды магнитті ағынның анықталу өрнегі:

$$\Phi_H = \frac{60 \cdot E_H \cdot a}{p \cdot N \cdot n_H}, \text{ Вб}; \quad (2.122)$$

$$\Phi_H = \frac{60 \cdot 178,5 \cdot 1}{2 \cdot 145 \cdot 1000} = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ Вб.}$$

Алынған мәліметтер бойынша есептейміз:

$$B_\delta = 0,576 \text{ Тл};$$

$$F_\Sigma = 845,15 \text{ А.}$$

Қоздыру орамының магнит қозғаушы күші келесідей табылады:

$$F_K = F_{\Sigma} + F_{qd}, \text{ A}; \quad (2.123)$$

$$F_K = 845,15 + 220 = 1065,15 \text{ A.}$$

Номиналды қоздыру тоғын табамыз:

$$I_{K.H.} = \frac{F_K}{\omega_K}, \text{ A}; \quad (2.124)$$

$$I_{K.H.} = \frac{1065,15}{233,6} = 4,56 \text{ A.}$$

Қозғалтқыштың номинал тоғын табамыз:

$$I_{1H} = I_H + I_{K.H.}, \text{ A}; \quad (2.125)$$

$$I_{1H} = 123 + 4,56 = 127,56 \text{ A.}$$

Қозғалтқыштың тұтынатын қуаты келесідей есептеледі:

$$P_1 = U \cdot I_{1H}, \text{ Вт}; \quad (2.126)$$

$$P_1 = 220 \cdot 127,56 = 28063,2 \text{ Вт.}$$

Қозғалтқыш білігіндегі пайдалы қуатты анықтаймыз:

$$P_2 = E \cdot I_H - P_0 - P_{\text{кос}} \cdot \left(\frac{I_H}{I_{1H}} \right)^2, \text{ Вт}; \quad (2.127)$$

$$P_2 = 178,5 \cdot 123 - 502,53 - 257,93 \cdot \left(\frac{123}{127,56} \right)^2 = 21215,26 \text{ Вт.}$$

Пайдалы әсер коэффициенті мына формуламен табылады:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}; \quad (2.128)$$

$$\eta = \frac{21215,26}{28063,2} = 0,76.$$

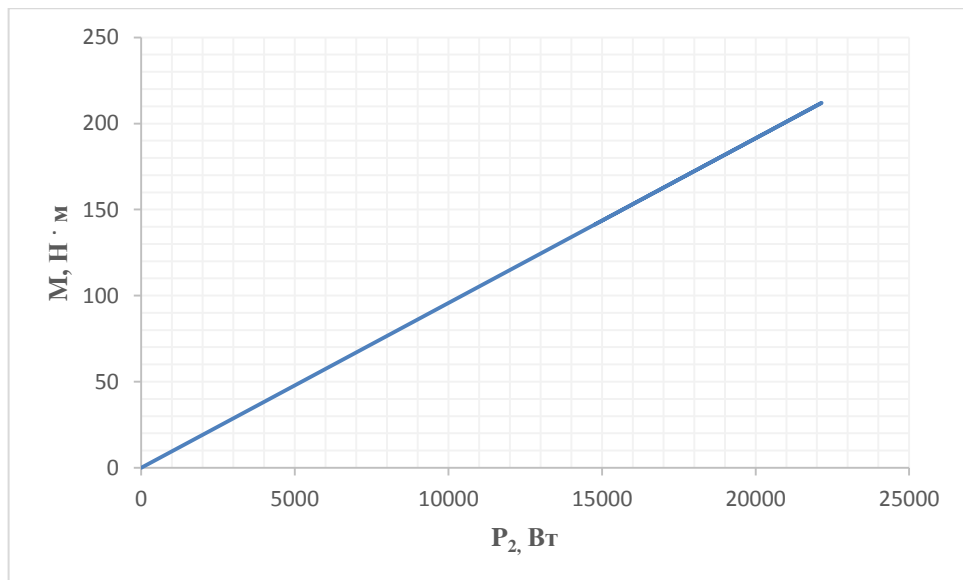
Айналдырушы моментті табу үшін:

$$M = 9,57 \cdot \frac{P_2}{n_H}, \text{ H}\cdot\text{м}; \quad (2.129)$$

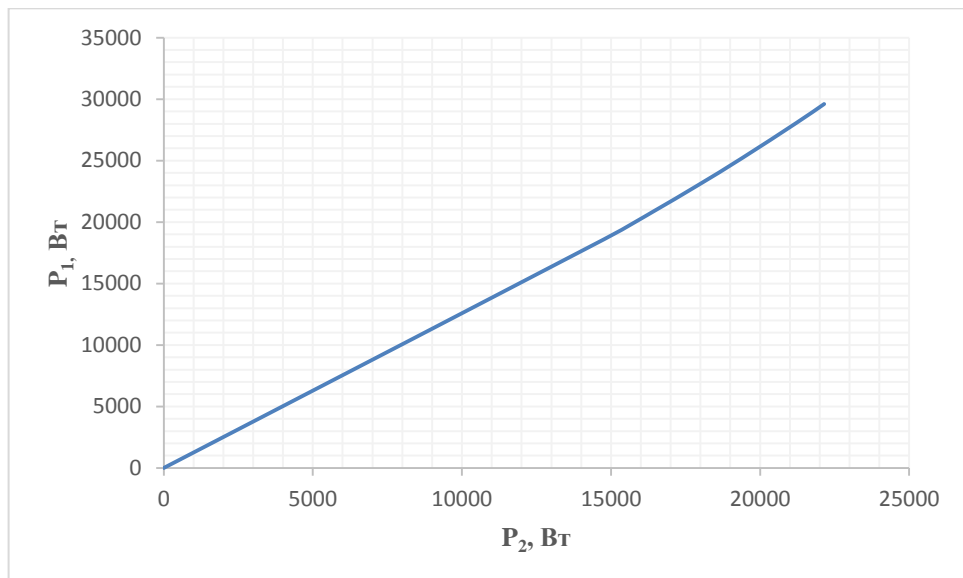
$$M = 9,57 \cdot \frac{21215,26}{1000} = 203,03 \text{ H}\cdot\text{м}.$$

6 кесте – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамаларының мәндері

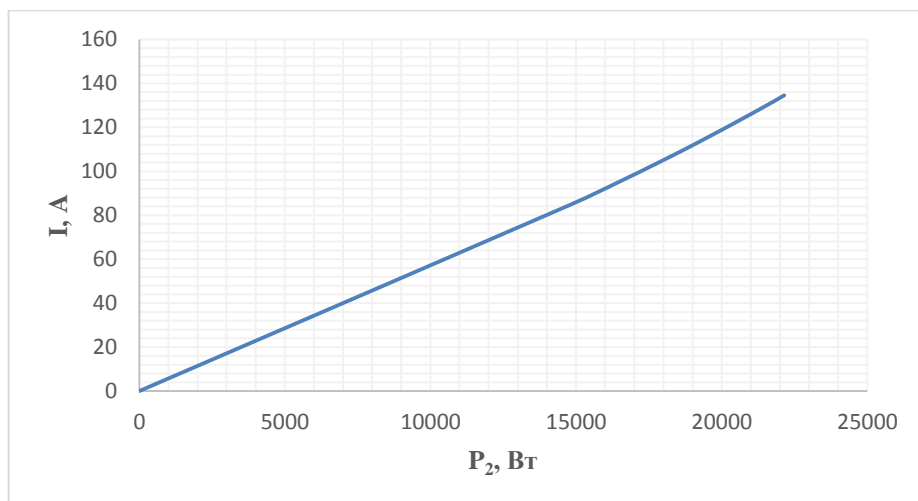
I_B, A	I_a, A	E, B	$\Phi_\delta, Bб$	$n,$ айн/мин	$P_2, Bт$	$M, H·м$	I, A	$P_I, Bт$	η
4,56	80	192,14	$3,97 \cdot 10^{-2}$	1035	14767,22	141,32	84,56	18603	0,8
4,56	90	188,97	$3,9 \cdot 10^{-2}$	1028	16376,4	156,72	94,56	20803	0,79
4,56	100	185,8	$3,84 \cdot 10^{-2}$	1012	17919	171,5	104,56	23003	0,78
4,56	110	182,63	$3,78 \cdot 10^{-2}$	1006	19395	185,6	114,56	25203	0,77
4,56	123	178,5	$3,7 \cdot 10^{-2}$	1000	21215,2	203	127,56	28063	0,76
4,56	130	176,3	$3,65 \cdot 10^{-2}$	990	22148,5	212	134,56	29603	0,75



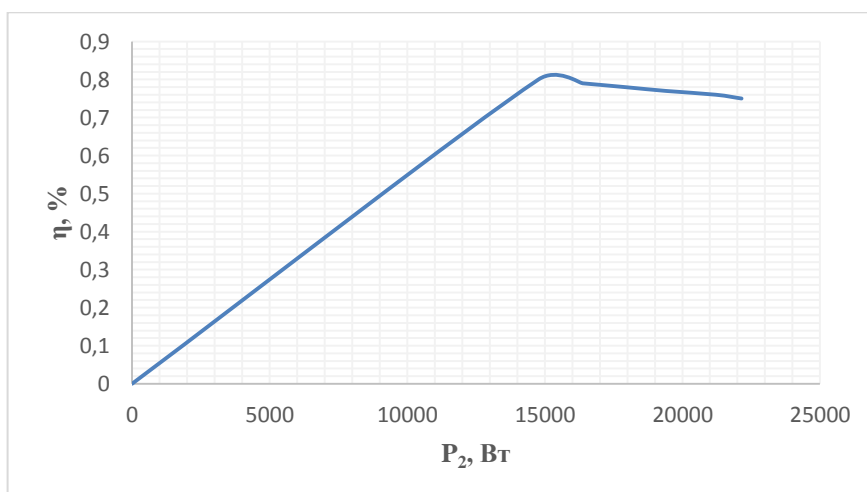
24 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($M=f(P_2)$)



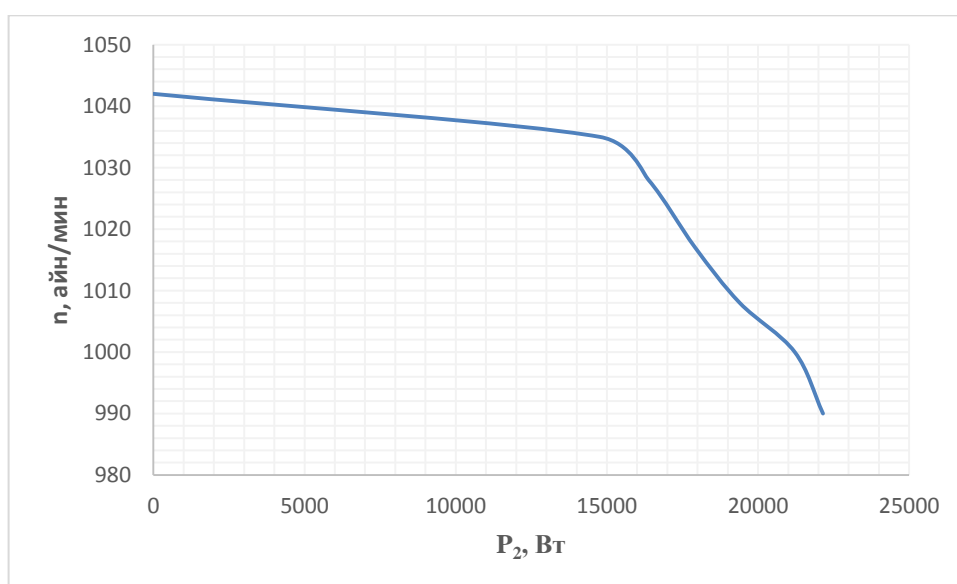
25 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($P_1=f(P_2)$)



26 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($I=f(P_2)$)



27 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($\eta=f(P_2)$)



28 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($n=f(P_2)$)

2.17 Жылулық есептеулер

Жылулық есептеулерді машинаның жылулық әсерін бағалап және машинаның бөлшектерінің қаншалықты қызатынын білу үшін қолданамыз.

Машинаның жылулық әсерін бағалу үшін, ең алдымен, машинаның кедергілерін оқшаулағыш сыныбына байланысты температурада есептеу қажет.

Орамдардың есептік кедергілерін табамыз:

$$R_{op} = R_a \cdot k_T, \text{ Ом}, \quad (2.130)$$

мұндағы $k_T = 1,15$.

$$R_{op.} = 0,217 \cdot 1,15 = 0,25 \text{ Ом};$$

$$R_{op} = R_{кoc} \cdot k_T, \text{ Ом}; \quad (2.131)$$

$$R_{op} = 0,1 \cdot 1,15 = 0,115 \text{ Ом};$$

$$R_{op.T.} = R_K \cdot k_T, \text{ Ом}; \quad (2.132)$$

$$R_{op.T.} = 48,8 \cdot 1,15 = 56,12 \text{ Ом}.$$

Орамдардағы шығындарын табу үшін:

$$P_{op} = I_H^2 \cdot R_{op}, \text{ Вт}; \quad (2.133)$$

$$P_{op.} = 123^2 \cdot 0,25 = 3782,25 \text{ Вт};$$

$$P_{op} = I_H^2 \cdot R_{кoc}, \text{ Вт}; \quad (2.134)$$

$$P_{op.} = 123^2 \cdot 0,115 = 1739,8 \text{ Вт};$$

$$P_{op} = I_H^2 \cdot R_K, \text{ Вт}; \quad (2.135)$$

$$P_{op} = 4,56^2 \cdot 56,12 = 1166,93 \text{ Вт}.$$

Зәкірдің сыртынан жылу бергіштік коэффициенті $\alpha_a = 84 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ тең болады. Зәкірдің салқындатқыш сыртының температурасының көтерілуі:

$$\Delta \vartheta_a = \frac{P_{AT} \cdot \left(\frac{2 \cdot l_\delta}{l_{acr}} \right) + \sum P_{CT}}{\pi \cdot D \cdot l_a \cdot \alpha_a}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.136)$$

$$\Delta \vartheta_a = \frac{3782,25 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,83}{1,98} \right) + 285}{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3} \cdot 830 \cdot 10^{-3} \cdot 84} = 98,7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Зәкір орамының пазалық бөлігінің оқшауламасының температурасының төмендеуін есептейміз:

$$\Delta \vartheta_{оқи.п.} = \frac{P_{AT} \cdot \left(\frac{2 \cdot l_\delta}{l_{кор}} \right)}{Z \cdot \Pi_{II} \cdot l_\delta} \cdot \left(\frac{r_1 + r_2}{8 \cdot \lambda_{экс}^1} + \frac{b_{оқи}}{\lambda_{экс}} \right), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.137)$$

мұндағы $\lambda_{экс} = 0,16$, $\lambda_{экс}^1 = 1,4$ және де

$$\Pi_{II} = \pi \cdot (r_1 + r_2) + 2 \cdot h_1, \text{ м}; \quad (2.138)$$

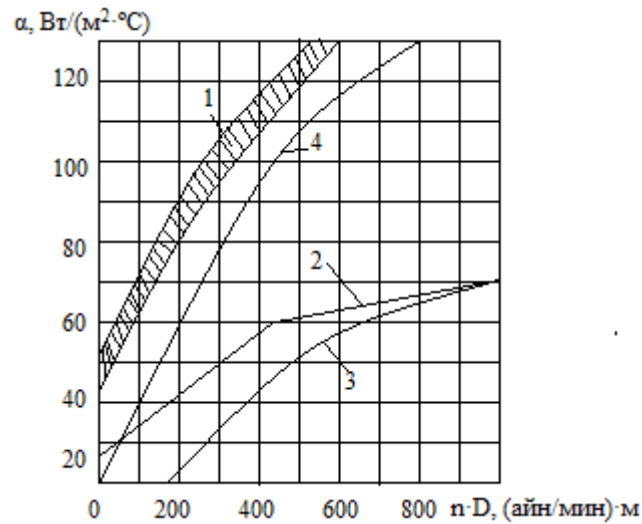
$$\Pi_{II} = 3,14 \cdot (4,682 \cdot 10^{-3} + 3,1 \cdot 10^{-3}) + 2 \cdot 14,52 \cdot 10^{-3} = 53,47 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$\Delta \vartheta_{оқи.п.} = \frac{3782 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,83}{1,98} \right)}{29 \cdot 53,47 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83} \cdot \left(\frac{4,682 \cdot 10^{-3} + 3,1 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4} + \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{0,16} \right) = 9,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Зәкірдің орамдарының маңдайша бөліктерінің салқындатылған бетінің температурасының көтерілуін есептейміз:

$$\Delta \vartheta_{котер.} = \frac{P_{AT} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot l_\delta}{l_{acr}} \right)}{\pi \cdot D \cdot 2 \cdot l_B \cdot \alpha_{II}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.139)$$

мұндағы зәкірдің орамаларының маңдайшасының жылу бергіштігінің коэффициенті $\alpha_{II} = 85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (26 сурет).



1- IP22 және IP44 орындалулары үшін зәкір мен маңдайша бөліктері үшін; 2- параллельді қоздыру мен қосымша полюстер үшін; 3- компенсациялаушы орамаларының доғасы үшін; 4- ауалық саңылауға негізгі полюстің полюстік соңы

29 сурет – Аксиалды желдету кезіндегі сыртқы қабаттың жылу бергіштік коэффициенті

Ал зәкірдің маңдайша бөліктерінің шығуы былайша есептеледі:

$$l_M = 0,4 \cdot \tau, \text{ м}; \quad (2.140)$$

$$l_M = 0,4 \cdot 0,125 = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

онда

$$\Delta \vartheta_{\text{котер.}} = \frac{3782 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,83}{1,98}\right)}{3,14 \cdot 0,16 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 85} = 143 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Зәкір орамасының маңдайшасының оқшаулағышының температурасының түсуін табатын болсақ:

$$\Delta \vartheta_{\text{оки.}} = \frac{P_{\text{ор.}} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot l_\delta}{l_{\text{кор}}}\right)}{2 \cdot Z \cdot \Pi_K \cdot l_K} \cdot \left(\frac{h_{\Pi}}{8 \cdot \lambda_{\text{экс}}^1}\right), \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.141)$$

$$\Pi_K = \left(1 + \frac{\pi}{2}\right) \cdot (r_1 + r_2) + h_1, \text{ м}; \quad (2.142)$$

$$P_{\kappa} = \left(1 + \frac{3,14}{2}\right) \cdot (4,682 \cdot 10^{-3} + 3,1 \cdot 10^{-3}) + 14,52 \cdot 10^{-3} = 34,52 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

сонда

$$\Delta \mathcal{G}_{оки.} = \frac{3782 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,83}{1,98}\right)}{2 \cdot 29 \cdot 34,52 \cdot 0,162} \cdot \left(\frac{23 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4}\right) = 3,86 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Зәкір орамаларының температураларының салқындататын қоршаған орта температурасына сәйкес орташа мәні келесі формуламен есепеледі:

$$\Delta \mathcal{G}_{кор} = (\Delta \mathcal{G}_a + \Delta \mathcal{G}_{оки.}) \cdot \frac{2 \cdot l_{\delta}}{l_{кор}} + (\Delta \mathcal{G}_{котер.} + \Delta \mathcal{G}_{оки.}) \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot l_{\delta}}{l_{кор}}\right), \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.143)$$

$$\Delta \mathcal{G}_{кор} = (98,7 + 9,4) \cdot \frac{2 \cdot 0,83}{1,98} + (143 + 3,86) \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,83}{1,98}\right) = 66,9 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қозғалтқыштың салқындатқыш ішкі көлеміндегі ауаға байланысты болатын шығындардың қосындысын табамыз:

$$\sum P^1 = \sum P - P_{нар} = \sum P - (P_{в.т.} + P_{д.т.}), \text{ Вт}; \quad (2.144)$$

$$\sum P^1 = 6076 - 0,1 \cdot (1166,93 + 1739,8) = 5785 \text{ Вт}.$$

Қозғалтқыштың салқындатылу сыртының шартты мәні:

$$S_{сал} = \pi \cdot D_H \cdot (l_{\delta} + 2 \cdot l_{\kappa}), \text{ м}^2, \quad (2.145)$$

мұндағы

$$l_{\kappa} = 0,3 \cdot \tau, \text{ м}; \quad (2.146)$$

$$l_{\kappa} = 0,3 \cdot 0,125 = 37,5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

сонда

$$S_{сал} = 3,14 \cdot 310 \cdot 10^{-3} \cdot (830 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 37,5 \cdot 10^{-3}) = 0,88 \text{ м}^2.$$

Қозғалтқыштың ішкі бөлігіндегі температураның орташа көтерілу мәні келесідей табылады:

$$\Delta \vartheta_{\text{котер.орт.}} = \frac{\sum P^1}{S_{\text{охл}} \cdot \alpha_H}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.147)$$

мұндағы $\alpha_H = 630 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - ауаны жылыту коэффициенті (2.10 сурет).
Олай болса:

$$\Delta \vartheta_{\text{котер.орт.}} = \frac{5785}{0,88 \cdot 630} = 10,43 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Зәкір орамаларының температурасының салқындататын қоршаған орта температурасына байланысты орташа көтерілуін есептейміз:

$$\Delta \vartheta_{\text{кор}}^1 = \Delta \vartheta_{\text{кор}} + \Delta \vartheta_{\text{котер.орт.}}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.148)$$

$$\Delta \vartheta_{\text{кор}}^1 = 66,9 + 10,43 = 77,33 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қоздыру катушкасының сыртқы бөлігінің температурасының машинаның ішкі бөлігіндегі ауаға байланысты көтерілу мәні:

$$\Delta \vartheta_{\text{К.Т}} = \frac{\Delta P_{\text{ВТ.}}^1}{2 \cdot p \cdot S_B \cdot \alpha_B}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.149)$$

$$\Delta \vartheta_{\text{К.Т.}} = \frac{0,9 \cdot 1166,93}{4 \cdot 120,63 \cdot 10^{-3} \cdot 48} = 45,34 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

мұндағы S_K - қоздыру орамының катушкасының салқындату сыртының ауданы және де ол былайша есептеледі:

$$S_K = l_{\text{К.орт.}} \cdot \Pi_{\text{К.}}, \text{ м}^2; \quad (2.150)$$

$$S_K = 1855,8 \cdot 10^{-3} \cdot 65 \cdot 10^{-3} = 120,63 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Катушканың оқшауламасындағы температураның құлауын анықтайтын болсақ:

$$\Delta \vartheta_{\text{оқи.т.}} = \frac{k \cdot P_{\text{В.Т.}}^1}{2 \cdot p \cdot S_B} \cdot \left(\frac{b_{\text{К.СР.}}}{8 \cdot \lambda_{\text{эжв}}^1} + \frac{b_{\text{уз}}}{\lambda_{\text{эжв}}} \right), \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.151)$$

$$\Delta \vartheta_{\text{оқи.т.}} = \frac{0,9 \cdot 1166,93}{4 \cdot 120,63 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{22 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4} + \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,16} \right) = 6,98 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қоздыру орамының температурасының салқындату ортасына байланысты көтерілуін анықаймыз:

$$\Delta \vartheta_{орт.котер.} = \Delta \vartheta_{котер.К..} + \Delta \vartheta_{оки.т.} + \Delta \vartheta_{котер.}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.152)$$

$$\Delta \vartheta_{орт.котер.} = 45,34 + 6,98 + 10,43 = 62,75 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қосымша полюс сыртының температурасының машинаның ішіндегі ауаға байланысты көтерілуін анықтаймыз:

$$\Delta \vartheta_{котер.кос.} = \frac{k \cdot P_{кос.Т.}^1}{2 \cdot p \cdot S_{кос} \cdot \alpha_{кос}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.153)$$

мұндағы $\alpha_{кос} = 85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (23 сурет), ал

$$S_{кос} = l_{кос.орт.} \cdot \Pi_{кос}, \text{ } \text{м}^2; \quad (2.154)$$

$$S_{кос} = 0,94 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 47 \cdot 10^{-3} \text{ } \text{м}^2;$$

$$\Delta \vartheta_{котер.кос.} = \frac{0,9 \cdot 1739,8}{4 \cdot 47 \cdot 10^{-3} \cdot 85} = 98 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.155)$$

Қосымша полюс катушкасындағы оқшаулағыштың температурасының құлауын есепейміз:

$$\Delta \vartheta_{оки.т.} = \frac{P_{кос.Т.}^1}{2 \cdot p \cdot S_{кос}} \cdot \frac{b_{кит.кос.}}{2 \cdot \lambda_{экв}^1}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.156)$$

$$\Delta \vartheta_{оки.т.} = \frac{0,9 \cdot 1739,8}{4 \cdot 47 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{17,19 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1,4} = 51,14 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қосымша полюс орамдарының температурасының салқындатқыш қоршаған ортаның температурасына байланысты көтерілуін табамыз:

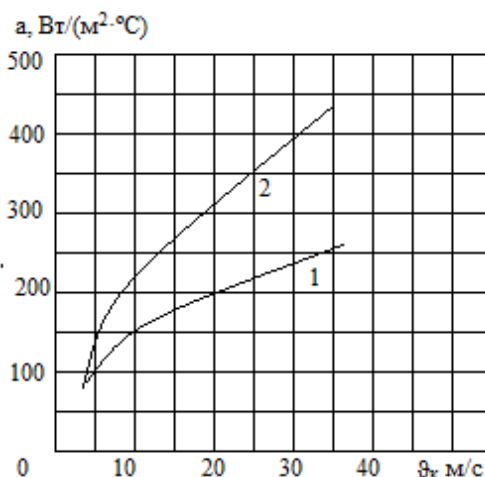
$$\Delta \vartheta_{кос.орт.} = \Delta \vartheta_{котер.кос.} + \Delta \vartheta_{оки.т.} + \Delta \vartheta_{котер.}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.157)$$

$$\Delta \vartheta_{кос.орт.} = 98 + 51,14 + 10,43 = 159,57 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Коллектордың сыртқы бөлігінің температурасының қозғалтқыштың ішіндегі ауаның температурасына сәйкес орташа көтерілу мәнін табамыз:

$$\Delta \vartheta_K = \frac{P_{ш} + P_{т.ш.}}{S_K \cdot \alpha_K}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.158)$$

мұндағы α_K - коллектордың сыртынан жылу беру коэффициенті және ол 140 - қа тең болады (2.16 сурет).



1- аксиалды каналсыз; 2- аксиалды каналымен
30 сурет – Коллектордың сыртының жылу бергіштік коэффициенті

$$S_K = \pi \cdot D_K \cdot l_K, \text{ м}^2; \quad (2.159)$$

$$S_K = 3,14 \cdot 0,128 \cdot 76 \cdot 10^{-3} = 30,54 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$

$$\Delta \vartheta_K = \frac{281,8 + 107,2}{30,54 \cdot 10^{-3} \cdot 140} = 91 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.18 Желдету есептеулері

Жобаланып жатқан қозғалтқыш ортасынан тебуші үлгідегі бекітілген вентиляторы бар аксиалды жүйедегі өздігінен желдету желдеткіші бар қозғалтқыш болып саналады.

Салқындатуға қажетті ауаның мөлшері келесідей есептеледі:

$$Q_{ауа} = \frac{\sum P^1}{1100 \cdot \Delta \vartheta_{ауа}^1}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.160)$$

мұндағы $\Delta \vartheta_{ауа}^1$ - ауа температурасының жоғарылауы, ол мына формуладан табылады:

$$\Delta \vartheta_{ауа}^1 = 2 \cdot \Delta \vartheta_{ауа}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.161)$$

$$\Delta g_{ауа}^1 = 2 \cdot 10,43 = 20,86 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$Q_{ауа} = \frac{5457}{1100 \cdot 20,86} = 0,24 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Центрден тепкіш желдеткіштің сыртқы диаметрін шамамен былай табамыз:

$$D_2 = 0,9 \cdot d_c, \text{ м}, \quad (2.162)$$

мұндағы d_c - станинаның ішкі диаметрі болып табылады.

$$D_2 = 0,9 \cdot 306 \cdot 10^{-3} = 275,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Сыртқы диаметр бойына желдеткіштің айналмалы жылдамдығын тапсақ:

$$u_2 = \frac{\pi \cdot D_{2B} \cdot n}{60}, \text{ м/с}; \quad (2.163)$$

$$u_2 = \frac{3,14 \cdot 275,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{60} = 14,41 \text{ м/с}.$$

Желдеткіштің дөңгелегінің ішкі диаметрін анықтаймыз:

$$D_1 = (1,25 - 1,3) \cdot D, \text{ м}; \quad (2.164)$$

$$D_1 = (1,25 - 1,3) \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 1,25 \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 181 \text{ м}.$$

Ішкі диаметр бойынша желдеткіштің айналмалы жылдамдығын анықтаймыз:

$$u_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60}, \text{ м/с}; \quad (2.165)$$

$$u_1 = \frac{3,14 \cdot 181 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{60} = 9,47 \text{ м/с}.$$

Желдеткіштің күрекшелерінің ені төмендегідей есептеледі:

$$b_{жел.} = (0,12 - 0,15) \cdot D_2 \text{ м}; \quad (2.166)$$

$$b_{\text{жел.}} = (0,12 - 0,15) \cdot 275,4 \cdot 10^{-3} = 0,12 \cdot 275,4 \cdot 10^{-3} \approx 33 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Күрекшелердің санын шамамен $N_K = 17$ деп аламыз. Бос жүріс режимі кезіндегі желдеткіштің қысымы:

$$H_0 = \eta_{a0} \cdot \rho \cdot (u_2^2 - u_1^2), \text{ Па,} \quad (2.167)$$

мұндағы η_{a0} - бос жүріс режимі кезіндегі желдеткіштің аэродинамикалық пайдалы әсер коэффициенті және ол жуық шамамен 0,6 – ға тең болады, ал $\rho = 1,2$.

$$H_0 = 0,6 \cdot 1,2 \cdot (14,41^2 - 9,47^2) = 85 \text{ Па.}$$

Қысқа тұйықталу режимі кезіндегі ауаның максималды мөлшерін табамыз:

$$Q_{\text{max}} = 0,4 \cdot u_2 \cdot S_2, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.168)$$

мұндағы S_2 - желдеткіштің кіріс қимасы, ол төмендегі өрнек арқылы есептеледі:

$$S_2 = 0,92 \cdot \pi \cdot D_{2B} \cdot b_{\text{Л.В.}}, \text{ м}^2; \quad (2.169)$$

$$S_2 = 0,92 \cdot 3,14 \cdot 275,4 \cdot 10^{-3} \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 0,026 \text{ м}^2;$$

сонда

$$Q_{\text{max}} = 0,4 \cdot 14,41 \cdot 0,026 = 0,15 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Желдету жүйесінің аэродинамикалық кедергісін $Z = 25 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$. Ауаның шығынының нақта мәні:

$$Q_{\text{ауа}} = Q_{\text{сmax}} \cdot \sqrt{\frac{H_0}{H_0 + Z \cdot Q_{\text{сmax}}}}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (2.170)$$

$$Q_{\text{ауа}} = 0,168 \cdot \sqrt{\frac{85}{85 + 25 \cdot 10^3 \cdot 0,15}} = 0,022 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Желдеткіштің қысымының нақты мәнін келесідей табамыз:

$$H = \frac{H_0 \cdot Z \cdot Q_{B \max}^2}{H_0 + Z \cdot Q_{B \max}^2}, \text{ Па}; \quad (2.171)$$

$$H = \frac{85 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,15^2}{85 + 25 \cdot 10^3 \cdot 0,15^2} = 73,8 \text{ Па.}$$

Желдеткіштің тұтынатын қуатын анықтау үшін:

$$P_{\text{жел}} = \frac{H \cdot Q_{\text{ауа}}^2}{\eta_{\text{Э}}}, \text{ Вт}, \quad (2.172)$$

мұндағы $\eta_{\text{Э}}$ - желдеткіштің ПЭК - і және де ол 0,19 - ге тең. Олай болса:

$$P_{\text{жел}} = \frac{73,8 \cdot 0,022}{0,19} = 14,125 \text{ Вт.}$$

Желдетуге қуат шығыны мен подшипниктердегі қуат шығынын нақтылаймыз:

$$P_{\text{н.}} + P_{\text{жел}} = 50 \text{ Вт.}$$

Желдетуге қуат шығыны мен подшипниктердегі қуат шығынын нақтылағандағы номиналды пайдалы ісер коэффициентінің мәнін нақтылайық:

$$\eta_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{н}} + \sum P} \cdot 100, \% ; \quad (2.176)$$

$$\eta_{\text{н}} = \frac{22000}{22000 + 5785} \cdot 100 = 84,21 \%$$

3 Арнайы бөлім

3.1 Тұрақты ток қозғалтқышының магниттік дірілінің есептеулері

Қоздырушы магнит күштердің жиілігі:

$$f = \frac{Z \cdot n_{\text{H}}}{60}, \text{ Гц}; \quad (2.173)$$

$$f = \frac{29 \cdot 1000}{60} = 483 \text{ Гц};$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \text{ с}^{-1}; \quad (2.174)$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 483 = 3033 \text{ с}^{-1}.$$

Полюстік бөлудегі және полюстік доғадағы тістер санын анықтаймыз:

$$\frac{Z}{2 \cdot p} = \frac{29}{2 \cdot 1} = 15; \quad \alpha = \frac{b_p}{t_1} = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{17,32 \cdot 10^{-3}} = 4,62. \quad (2.175)$$

Ярманың орташа радиусына лайықталған радиалды күштің меншікті мәнін табамыз:

$$p_r = 80 \cdot B_\delta^2 \cdot \varepsilon \cdot f(\alpha), \text{ Н/см}^2. \quad (2.176)$$

мұндағы $f(\alpha) = 2,5 \cdot 10^{-2}$ тең.

$$p_r = 80 \cdot 0,57^2 \cdot (1,23 - 1) \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} = 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ Н/см}^2.$$

Ярманың толық механикалық кедергісі төмендегідей анықталады:

$$z_p = \omega \cdot m - \frac{1}{\omega \cdot \lambda}, \text{ Н} \cdot \text{с/см}, \quad (2.177)$$

мұндағы $\lambda = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ см/Н}$, ал

$$m = m_j + 2 \cdot m_p, \text{ кг}; \quad (2.178)$$

$$m = 3 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 3,8 \cdot 10^{-2} = 10,6 \cdot 10^{-2}, \text{ кг};$$

$$z_p = 3033 \cdot 10,6 \cdot 10^{-4} - \frac{1}{3033 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}} = 3 \text{ Н} \cdot \text{с/см}.$$

Дірілдің деңгейін анықтаймыз:

$$y = \frac{p_r}{\sqrt{2} \cdot z_p}, \text{ см/с}; \quad (2.179)$$

$$y = \frac{1,5 \cdot 10^{-1}}{\sqrt{2} \cdot 3} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ см/с};$$

$$L = 20 \cdot \lg \frac{\omega \cdot y}{y_0}, \text{ дБ}; \quad (2.180)$$

$$L = 20 \cdot \lg \frac{3033 \cdot 3,6 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-2}} = 85,22 \text{ дБ.}$$

Айналдырушы моменті:

$$M_\tau = p_r \cdot \frac{l_t^2}{2} \cdot \frac{\cos(\mu \cdot z_s / 2) - k_s \cdot \mu}{\mu \cdot z_s / 2}, \text{ Н} \cdot \text{см}; \quad (2.181)$$

$$M_\tau = 1,5 \cdot 10^{-1} \cdot (48,2)^2 \cdot \left(\frac{0,38}{2} \right) = 5,7 \text{ Н} \cdot \text{см.}$$

Инерция моменттері келесідей есептеледі:

$$J_x = \frac{h_j \cdot l_j^2}{12}, \text{ см}^4; \quad (2.182)$$

$$J_x = \frac{2,15 \cdot 22^3}{12} = 1907,7 \text{ см}^4;$$

$$J_\tau = \eta \cdot l_j \cdot h_j^3, \text{ см}^4, \quad (2.183)$$

мұндағы $\eta = 0,32$ тең.

$$J_\tau = 0,32 \cdot 22 \cdot 2,15^3 = 70 \text{ см}^4;$$

$$J_p = \frac{m_c \cdot (l_j^2 + h_j^2)}{12}, \text{ кг} \cdot \text{см}^2; \quad (2.184)$$

$$J_p = \frac{1,41 \cdot (22^2 + 1,25^2)}{12} = 49,36 \text{ кг} \cdot \text{см}^2.$$

Айналған кездегі ярманың иілгіштігі:

$$\lambda_\pi = \frac{l_j^2}{E \cdot J_x + G \cdot J_\tau \cdot h_j^2}, \text{ 1}/(\text{Н} \cdot \text{см}); \quad (2.185)$$

$$\lambda_{я} = \frac{22^2}{2,1 \cdot 10^{-7} \cdot 1907,7 + 0,8 \cdot 10^7 \cdot 80,19 \cdot 1,25^2} = 0,473 \cdot 10^{-6} \text{ 1/(Н} \cdot \text{см)}.$$

Айналған кездегі ярманың толық механикалық кедергісін табамыз:

$$z_{я} = \omega \cdot J_p \cdot 10^{-2} - \frac{1}{\omega \cdot \lambda_{я}}, \text{ Н} \cdot \text{с/см}; \quad (2.186)$$

$$z_{я} = 3033 \cdot 49,36 \cdot 10^{-2} - \frac{1}{3033 \cdot 0,473 \cdot 10^{-6}} = 800 \text{ Н} \cdot \text{с/см}.$$

Сонымен, дірілдің деңгейін анықтайтын болсақ:

$$y = \frac{M_{\tau} \cdot l_t}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot z_{я}}, \text{ см/с}; \quad (2.187)$$

$$y = \frac{5,7 \cdot 48,2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 800} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ см/с};$$

$$L = 20 \cdot \lg \frac{\omega \cdot y}{y_0}, \text{ дБ}; \quad (2.188)$$

$$L = 20 \cdot \lg \frac{3033 \cdot 5,2 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-2}} = 74,41 \text{ дБ}.$$

Дірілдің төмендеуі:

$$\Delta L = 85,22 - 74,41 = 10,81 \text{ дБ}.$$

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Тұрақты ток қозғалтқышымен жұмыс істегенде техника қауіпсіздігін ескеру

Адам қандай да бір жабдықпен жұмыс жасаған уақытта, ең алдымен, өз денсаулығын ойлау керек. Сондықтан ол техника қауіпсіздігі ережесін нақты білу тиіс. Біздің дипломдық тақырыбына сәйкес тұрақты ток электр машиналармен жұмыс жасаған кезде қандай шарттар орындалатынын қарастыратын боламыз. Тұрақты ток қозғалтқыштары зауыттарда, транспортта, көтерме крандарда және т.б. көптеген жұмыс орындарында кездеседі.

III топтағы жұмысшылар электр машинамен жұмыс жасауға және оны жөндеуге жіберіледі. Ал электротехника бөлімінің басшысы бұл жұмысы қадағалап отырады. 1 кВ-тан жоғары электрқозғалтқыштармен жұмыс жасаған кезде электромонтер қорғаныс заттарды, яғни, диэлектрлік қолғаптарды, оқшауланған сапты аспаптарды, тұйықтағыштар және кернеу белгілерін қолданады. Қосымша құралдарды: диэлектрдік галоштар, резеңкеен жасалған кілемшелері, оқшаулаушы тіреуіштер және плакаттар. Сол пайдаланатын құралдардың дұрыс жұмыс істейініне көз жеткізу үшін алдын ала тексеру қажет. Техника бөлім басшысының орынбасары басшысы болмаған жағдайда бұйрық бере алады. Оның квалификациясы IV топтан төмен болмауы тиіс.

Электр қондырғысын жөндеген жағдайда оны қорек көзінен алу қажет. Ажыратқыш рубильниктің сорғышы мен пышақтарының арасына оқшаулағыш материалдан жасалған табақша қою керек. « Қоспа! Адамдар жұмыс істеп жатыр » деген ескертуші плакаттар рубильниктің сабына немесе ажыратқышқа іліну тиіс.

Электр қозғалқыштарына уақытында техникалық қызметті көрсетіп, оның жұмысын қадағалау және ақаулықтарды жою керек. Олардың істен шығу себептерінің бірі тоғының көтерілген кезінде орамалардың қызып кетуі болып табылады, сол үшін қолданған уақытта оның қызу темпеуарасын бақылап тұру қажет.

Қозғалтқыштардың орамаларының температурасы оратурасынанның 15-20°С-қа көп болады. Статор орамаларының температурасы токтың көбеюіне тәуелді болады. Сондықтан сондай жағдайларал амперметр қолдану қажет. Салқындату шартының төмендеуі, қозғалтқыштың ластануы, желдеткіштің бұзылуы – барлығы электр қозғалтқышының қызып кетуіне себеп болады. Электр қозғалтқыштарды қоспас бұрын оның жұмыс жасау, реттеу құрылғыларын, жерлендіруін тексеру қажет. Электр қозғалтқыш жөнделген немесе 20 тәуліктен ұзақ қызме атқармаса оқшаулама кедергісін, мойын тіректерде майдың барын және механизмнің күйін тексеру қажет.

Шамадан тыс жүктелген электр қозғалтқышы ток бойынша бұзылуы мүмкін, себебі ток шамасы өскен кезде орама температурасының квадрат

жоғарылауын әкеледі. Сонымен, электрқозғалтқыштың шамадын тыс жүктелуі оның орамаларының істен шығуына әкеп соғады. Қоректендіргіш тораптың шамасына да көп назар аудару керек. Тораптың кернеуі 10%-ға төмендеген болса, соған байланысты электрқозғалтқыштың жүктемесін 20%-ға төмендету керек, оның себебі электр қозғалтқыштың моменті кернеу квадратына тура пропорционал. Сол себепті электрқозғалтқыштың дұрыс қызмет атқару мақсатында, олардың қыспақтарындағы кернеуі номиналды кернеуінен 80% -дан аз болмауы қажет.

Электр қозғалтқыштың жақсы қызмет атқаруына әкелетін тағы бір фактор – бұл мойыніректің таза ұстауы. Мойынтіректің қақпағы шаңнан және кірден қорғайды. Оларды үнделген майлаулардан кейін керосинмен жуып қояды. Майлау электрқозғалтқыштың жүйріктігіне байланысты роликті және шарикті мойынтіректер болып таңдалады. Оны пайдаланбас бұрын арнайы мазьді сүзгімен өткзу тиіс. Ендеше электр қозғалтқыштың коллекторы да таза болуы қажет, металды көмір шаны ток өткізгіш болады да және колекторларда ұшқын тудыратын болады. Колектордің бетінде сызат болмауы тиіс.

4.2 Тұрақты ток электр қозғалтқышы орналасқан бөлменің өрт-жарылыс қауіпсіздігі бойынша шаралар қолдану

Өрт - бұл жану салдарынан адамның өмірі мен денсаулығына қауіп төндіретін және материалдық байлықтың жойылуына әкелетін жағдай. Жану деп жанушы зат пен ауадағы оттегінің арасындағы тез жүретін, сонымен бірге жылу, жарық және газ бөлетін процессті айтамыз. Жануды толық және толық емес болып 2-ге бөлеміз. Толық жану оттегі жеткілікті болған кезде, ал толық емес жану оттегі жеткіліксіз болған кезде болады. Өздігінен тұтану химиялық процесстің әсерінен пайда болатын жағдай. Өзі тұтану температурасы бірнеше факторлардан пайда болады. Атап айтатын болсақ, жанушы қоспаның құрамы мен көлеміне, ортаның қысымына т.б. байланысты болады. Көптеген газдар мен сұйықтар 380-710°C аралығында, ал қатты денелер (ағаш, көмір) 260-460°C аралығында тұтанатын болады.

Жанудың 2 түрі бар:

- 1) дифуздық – тотықтандырғыштың жынатын зат пен дифузиялық уақыт жылдамдығы.
- 2) кинетикалық – тотықтандырғыш пен жанғыш зат арасындағы жану жылдамдығы.

Жарлыс - бұл тұйық кеңістікте пайда болатын кинетикалық жану. Жану жылдамдығына байланысты өрт 3-ке бөлінеді:

- а) дифлаграциондық – өрттің тарату жылдамдығы 1 м/с;
- б) детонациялық – 1 - 10 м/с;
- в) жарылып жанатын – 10 м/с;

Өрт болғанда құрылыс материалдары және конструкциялардың өз қалпында сақталу қасиетін – өртке төзімділік қасиеті деп аталады. Ол өртке төзімділік шегі мен құрылыс материалдардың жану тобына байланысты

анықталады. Өртке төзімділік шегі дегеніміз өрт болған жағдайда құрылыс материалдардың, конструкциялардың өзгеріссіз тұру уақытын айтады.

Өрттің алдын алуына байланысты жасалатын шаралар:

- а) жұмысшыларға нұсқау беру;
- б) өрт сөндіру әдістері мен заттарды қолдану;
- в) адамдарды өрт болған жағдайда қауіпсіз эвакуациялау;

7 кесте – Құрылыс конструкцияларының минималды түрде өртке қарсы шыдамдылығы

Құрылыстың өртке қарсы деңгейі	Қабырғалар				Колонналар	Баспалдақ	Плиталар	Төсеу элементтері	
	Жүктеуші	Өзіндік жүктеуші	Сыртқы	Ішкі				Плиталар	Балкалар
I	2,5	1,25	0,5	0,5	2,5	1	1	0,5	0,5
II	2	1	0,25	0,25	2	1	0,75	0,25	0,25

Электр қондырғыларына қойылатын өрт қауіпсіздігінде келесі талаптарды қарастырамыз:

1) Электр қондырғылар тұтынушылардың электр қондырғыларын қолдану кезінде теникалық қауіпсіздік ережелеріне және басқа да нормативті құжаттарына сәйкес құрылуы және пайдаланылуы керек.

2) Электр шырақтары, электр двигательдері, басқару аппараттары және іске қосуды реттеу, қорғану аппаратурасының және бакылау өлшеуіші, көмекші құралдар, электр өткізгіштердің және кабель жүйелерінің зонасының классына сәйкес қорғану дәрежесі, сонымен қатар айқас тұйықталу және шамадан тыс тоқтан қорғанудың қорғану аппараты болуы керек.

3) Ток өтетін бөлімдер, бөлу қондырғылар, өлшеуіш аспаптары мен аппараттары және ажырату үлгісіндегі қорғағыш қондырғылар, рубильник пен барлық іске қосу құрылғылары жанбайтын негізге орнатылуы керек.

4) Бүкіл үйлерде, жұмыс біткен кезде барлық электр қондырғыларын және электр аспаптарын кезекші қызметкер тексеріп, сөндіріп және жабу тиіс.

5) Электр тоғы жүретін және сыртқы электр өткізгіштерінің әуе жолдарын шатырдың, қалқаның және жанғыш материалдарды қорғайтын қоймалардың үстінен салуға тиім салынады.

б) Бір құбырда құрылыс жобаларының жабық арналарында немесе бір науада бірлескен ток тізбегін жүргізу, жұмыс және авариялық жарық беру, кабелдерін бір жерде ұстауға рұқсат етілмейді.

7) 12.4. 026-76 ГОСТ-қа сәйкес орындалған "Шығу" жарық көрсеткіштері әрқашанда дұрыс жағдайда болып, жанып тұруы тиіс.

8) Жылжымалы электр шырақтары өте жұмсақ мыс сымнан құрылып, шыны қалпақ кигізілуі керек, сонымен бірге қорғағыш торлармен және іліп қоятын ілгіштермен жабдықталынуы керек.

4.3 Электр қозғалтқыштармен жұмыс жасау барысында пайда болатын шуды төмендету шараларын қолдану

Дыбыс деп серіппімді ортада таралып, адамның есту мүшесі арқылы қабылданатын толқынды тербелгіш қозғалысты айтамыз. Адамның құлағы 16 Гц - 20 кГц аралығындағы жиіліктерді ести алады. 16 Гц-тен төмен жиіліктегі тербелісті инфрадыбыс, ал 20 кГц-тен жоғары – ультрадыбыс деп атайды.

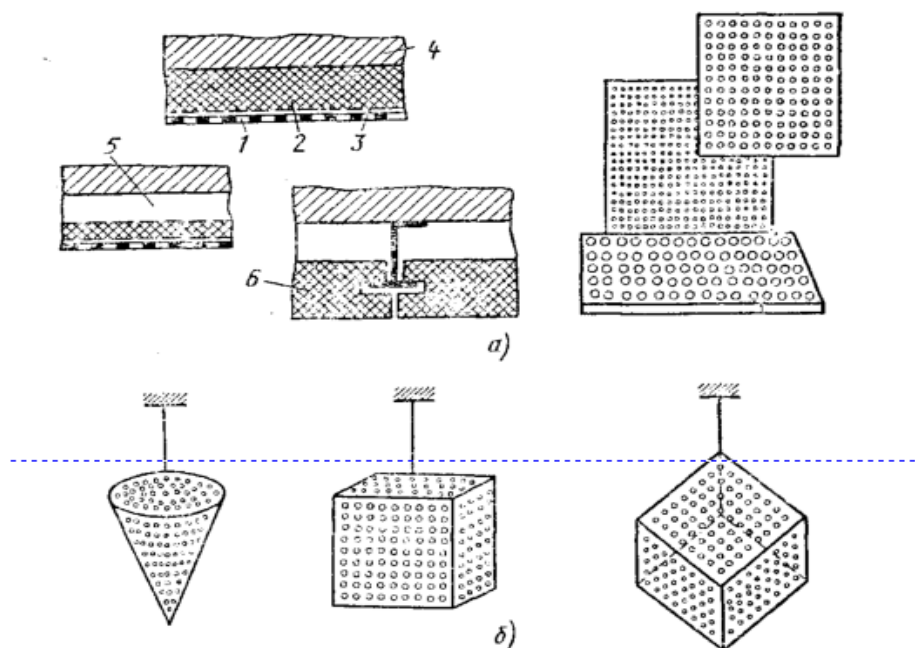
Шу – адам есту мүшесіне жағымсыз келетін, оның жұмысы мен демалысына кедергі келтіретін, дыбыстардың жиынтығы. Физикалық түрде дыбыс жиілікпен f , интенсивтілікпен I , дыбыстық қысымымен P сипатталады.

Шу дыбыстары механикалық, электромагниттік, гидродинамикалық және аэродинамикалық құбылыстарға, машиналардың жұмыс жасау жағдайы мен механизмі, сонымен қатар нақты емес, дайындау кезінде немесе сынақтан өту мерзімінде іске қосу кезінде пайда болады.

Шудың пайда болу көзінің арасында мүмкіндігінше келесі шаралар қолданылады:

- бұйымның соққылы әрекетін соққысызға ауыстырылады;
- металл бұйымдарды пластмассадан немесе басқа дыбыссыз материалдарға ауыстырылады. Ендеше металл бұйымдарды дыбыссыз материалдармен үйлестіреді;
- шайқалыс қоздырғыш агрегаттың барлық қозғалушы бұйымның динамикалық күшін азайту;
- соғысатын бұйымдарды жабысқақ сұйықпен майлауды кең көлемді қолдану;
- кей жағдайларда агрегаттың басым шуы болып подшипник шуы болып табылады, айналу подшипнигін тайғақ подшипнигіне ауыстыру;
- агрегаттың шу түйіндерін бөлектендіргіш былғарыға қосады.

Осы шаралар шу дыбыс шығару көзінің дыбысын 10...20 дБ дейін азайту керек. Ғимарат ішіндегі дыбыстың шығуы тек қана тікелей ғана емес, соған қоса жанама дыбыстардан шығады. Сондықтан дыбысты бәсеңдету үшін ғимарат беттеріне дыбыс бәсеңдеткіш каптама қойылады (4.1 сурет, а) және түйірлі жұтып алу құрылымдарының (4.1 сурет, б) ғимарат қабырғаларына орналастырылады.



1 - перфорланған қорғаныштық қабат; 2 - дыбыс жұтқыш материал; 3 - қорғаныштық шыны мата; 4 - қабырға немесе төбе; 5 - үрмелі аралық; 6 - дыбыс жұтқыш материалдан жасалған тақтай
31 сурет – Ғимараттың акустикалық өңделуі

Шуылды төмендету шараларын қолдануда есеп жүргізу

4.2 кесте – Берілген мәндер

Параметрлері	мәндері
Құрал түрі	генератор
Шу көздерінің саны	5
ИШ-дан РТ-ға дейінгі арақашықтық	$r_1 = r_2 = 3,5$ $r_3 = r_4 = 4,2$ $r_5 = 5,3$
$B / S_{огр}$	1,0
l_{max}	1,4
Көлемі, м ³	720
Бақылау кабинасының параметрлері	16*8*4
Қабырға ауданы, S_1	64
Есік ауданы, S_2	128
Қабырға ауданы, S_3	4
Терезе ауданы, S_4	3

Осы кестедегі мәндерді пайдаланып, цехтегі бөлменің шуын төмендету бойынша есептер жүргіземіз.

Бірнеше тура және шағылысқан дыбыс шуыл көзінің орналасқан бөлмеде дыбыстық қысымның L октавалық деңгейлерін дБ-да келесі формуламен анықтау қажет:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta i \cdot \chi \cdot \Phi i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta i \right); \quad (4.1)$$

$$\Delta i = 10^{0,1 \cdot L_{pi}}, \quad (4.2)$$

мұндағы L_{pi} – i -ші нүкте үшін дыбыс қысымының октавалық деңгейі;

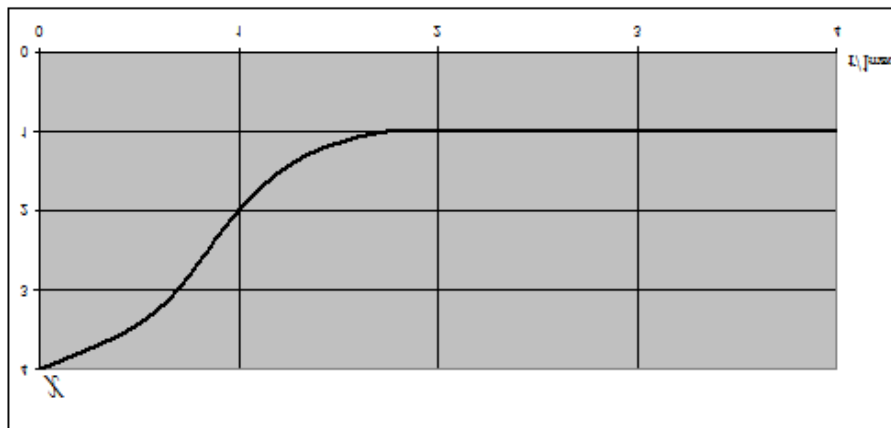
m – нүктеге жақын орналасқан шу көзінің саны;

n – шу көзінің толық саны;

B – бөлме тұрақтысы, m^2 ;

χ – жақын акустикалық өрістің әсерін ескеретін коэффициент.

Ол шу көзінің акустикалық орталығы мен есептік нүктенің арақашықтығының r метрмен шу көзінің максимал габариттік өлшеміне l_{max} қатынасымен, график бойынша анықталады.



32 сурет - χ коэффициентін анықтайтын график

$$\frac{r_1}{l_{max}} = \frac{3,5}{1,4} = 2,5; \text{ онда } \chi = 1;$$

$$\frac{r_3}{l_{max}} = \frac{4,2}{1,4} = 3; \text{ онда } \chi = 1;$$

$$\frac{r_5}{l_{max}} = \frac{5,3}{1,4} = 3,78; \text{ онда } \chi = 1.$$

Шу көзі мен нүктенің ара қашықтығын, шу көзінің ең үлкен габаритін, шу көзінің еденде орналасуын ескере отырып келесі формуламен ауданды табамыз:

$$S_i = 2 \pi r_i^2; \quad (4.3)$$

$$S_1 = S_2 = 2 \cdot \pi \cdot r_1^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,5^2 = 76,93 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = S_4 = 2 \cdot \pi \cdot r_3^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,2^2 = 110,78 \text{ м}^2;$$

$$S_5 = 2 \cdot \pi \cdot r_5^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 5,2^2 = 169,81 \text{ м}^2.$$

Ғимарат тұрақтысын B келесі формуладан анықтаймыз:

$$B_i = B_{1000} \cdot \mu, \quad (4.4)$$

мұндағы, B_{1000} - орташа геометриялық жиіліктегі 1000 Гц ғимарат тұрақтысы, м^2 ;

μ - жиіліктік еселеуіш.

Ғимараттың түріне байланысты B_{1000} келесідей анықталады:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{720}{20} = 36 \text{ м}^2. \quad (4.5)$$

8 кесте – Жиіліктік көбейткіштің μ мәндері

Октавалық жолдардағы ортагеометриялық жиіліктер, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Есептік нүктелердегі дыбыстық қысымның нормативті деңгейлерін қабылдап, $\Delta L_{\text{тр}}$ шуылды қажетті төмендетуді анықтаймыз:

Жұмыс орны – өндірістік бөлмелер мен кәсіпорын территориясындағы тұрақты жұмыс орындары мен жұмыс зоналары.

$$\Delta L_{\text{дыб}} = L_{\text{бар}} - L_{\text{қос}}, \text{ дБ}, \quad (4.6)$$

мұндағы $L_{\text{бар}}$ - барлық шуыл көздерінен есептік нүктелеріндегі дыбыстық қысымның октавалық деңгейі, дБ.

9 кесте – Генератор арқылы болатын дыбыстық қысымның деңгейлері

Октавалық жолақтардың ортагеометриялық жиіліктері, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_p	105	105	98	97	98	92	90	92

10 кесте – Дыбыстық қысымның шекті деңгейлері

Октавалық жолақтардың ортагеометриялық жиіліктері, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{қос}}$	99	92	86	83	80	78	76	74

16x8x4 м өлшемдері бар қабырғаны (терезе және есікпен) дiрiлқабырғалар залының бақылау кабинасының жабылуын жобалау керек. S_1 керек қабырғасының және S_2 бақылау кабинасының жабылу ауданы сәйкесiнше 64 және 128 м² тең, есiк ауданы $S_3=4$ м², терезенiкi $S_4=3$ м². Барлық дiрiлқабырғалардан шашырайтын дыбыс қуатының қосынды деңгейi $L_{\text{рсум}}$ 4.4-кестеде келтiрiлген.

11 кесте – Барлық дiрiл қабырғалардан шашырайтын дыбыс қуатының қосынды деңгейi

Октавалық жолақтардың ортагеометриялық жиiлiктерi, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{ш}}$	93	90	91	108	117	116	115	117

Бақылау кабелiнiң әрбiр элементiнiң керектi дыбыс оңашалаушы қабiлетiн мына формула бойынша есептеймiз:

$$R_{\text{тр}} = L_{\text{ш}} - 10 \lg B_{\text{и}} + 10 \lg S_i - L_{\text{қос}} + 10 \lg n, \quad (4.7)$$

мұндағы $L_{\text{ш}}$ - бөлменiң шуылынан қорғалмаған дыбыстың қысымының октавалық деңгейi;

$B_{\text{к}}$ - бөлменiң шуылынан қорғау тұрақтысы, м².

$$B_{\text{к}} = B_{\text{к}1000} \cdot \mu. \quad (4.8)$$

$V=16 \cdot 8 \cdot 4=512$ м³ көлемi бар бақылау кабинасы үшiн:

$$B_{\text{к}1000} = V/10 = 512/10 = 51,2 \text{ м}^2; \quad (4.9)$$

$$B_{\text{к}} = B_{\text{к}1000} \cdot \mu = 51,2 \cdot 0,5 = 25,6 \text{ м}^2; \quad (4.10)$$

$$R_{\text{дыб}} = 4,6 \text{ дБ.}$$

Шуыл мен дiрiлдiң ұзақ ықпалы адамның хал-жағдайына керi әсерiн тигiзедi. Сондықтан, өз денсаулығыңызды сақтап қалуды бiлу өте маңызды. Өндiрiс жұмыс орындарында технологиялық процесс әсерiнен пайда болатын

шуыл мен діріл кесірінен сонда жұмыс істейтін адамдар өздерінің организмдеріне зиян келтіреді.

Электр қауіпсіздігі дегеніміз – ол, электромагниттік өрістің, статикалық электрленудің, электрлік доға мен электр тоғының зиянды және қауіпті әсерінен адамдарды қорғауды қамтамасыз ететін ұйымдастырылған және техникалық жұмыстар мен шаралардың жүйесі.

4.4 Цехта жұмыс жасағанда электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Цехты жобалап жатқан кезде ондағы электр қауіпсіздігіне көбірек назар аудару қажет. Қызмет көрсететін жұмысшыларды электр тоғынан зақымданудан қорғау үшін жерге қосу әдісі қарастырылады. Қауіпті жерлерде қауіптілікті белгілейтін ескертулер және плакаттар ілінеді. Электр қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша жұмысшыларға еңбектің қауіпсіздік әдістеріне үйрету және нұсқаулау жүргізіледі.

Электрлік токтың қауіпті әсері адамның электр қондырғылардың ток жүретін бөліктерімен тікелей контактісі кезінде көрінеді. Электрлік ток адам денесі арқылы өткенде келесідей әрекеттерді жасайды: термиялық – терінің қызуы және күйюі, қан жүретін жолдардың және қанның қызып кетуі; электролиздік – қанның және плазманың жіктелуі; биологиялық – ағза терісінің тітіркенуі. 0,04 А электрлік ток күші адам өміріне қауіпті деп есептеледі. 50-70 Гц-ті айнымалы ток аса қауіпті болады.

Адамның электр тоғымен зақымдану дәрежесін уралы айтатын болсақ, токтың күші мен жиілігіне, адам денесінің кедергісіне, электр токтың өту ұзақтығына, қоршаған ортаның жағдайларына байланысты болады.

Электрлік күйю – 1-2 кВ кернеулі электр қондырғылардың ток жүретін бөліктермен дененің тиген бөлігінде терінің күйюі деп аталады. Электрлік таңбалар – токтың әсерінен пайда болған адамның терісіндегі сұр түсті дақтар, жараларды айтады. Терінің металдануы деп электрлік доғалар және электролитте балқытылған электролизді ваннаның әсерінен балқыған металдың майда бөлшектері терінің жоғарғы қабаттарына енуін айтады.

Электроофтальгия – электр токтың әсерінен бұлшық еттердің қысқарулары нәтижесінде көздің сыртқы қабатының ісінуі болып саналады.

Кернеу жүйесіне қосылған электр қондырғылармен жұмыс істеу кезінде электр тоғынан жарақат алу қауіпінен сақтану үшін жалпы және жеке қорғану құралдарын қолданамыз. Жалпы қорғану құралдары деп қоршаулар, жерге қосулар, нольге қосу және электроқондырғылардың корпустарын өшіру, қауіпті жерлерде ілінетін ескерту плакаттары және т.б.

Изоляцияның жоғарғы деңгейлі күйі – қауіпсіздіктің негізгі талаптарының бірі. Изоляцияның тағайындалуы – сымдардың қысқа тұйықталуларын және өрттердің пайда болуынан сақтану үшін. Изоляцияның кедергісі жүйеде кернеуді белгілейтін саннан мың есе артық болуы қажет, бірақ 0,5 МОм аз болмауы керек.

5 Экономикалық есептеу бөлімі

5.1 Экономикалық анықтамалар

Қазіргі кезде электр қозғалтқышын шығаратын компаниялар өте көп. Мұның себебі тұрмыста, өндірісте, күнделікті өмірде олар көп пайдаланылады, яғни үлкен сұранысқа ие болады. Мұның түрлерімен бірге бағалары да әртүлі болады. Біз жасаған жобамызға сәйкес тұрақты ток электр қозғалтқышының өзіндік құнын еспетеп көреміз.

Бізде қарастырылатын тұрақты ток электр қозғалтқышының өзіндік құнын есептеу үшін біз сол электр қозғалтқышты құрастыруға кететін материалдардың құнын, жұмысшылардың жалақысын, цехтағы қосымша шығындардың және жалпы заводтық шығынның бағасын білуіміз қажет.

5.2 Жобаланған тұрақты ток электр қозғалтқышына экономикалық есеп жүргізу

Біздің жобалаған тұрақты ток электр қозғалтқышының негізгі материалдары болат пен мыс болып табылады. Олардың бағасы: болат – 1 кг 1500 теңге, ал мыс – 900 теңге тұрады.

Енді, жобаланған тұрақты ток электр қозғалтқыштың өзіндік құнын келесі өрнек арқылы табамыз:

$$C_{қозғ} = C_m + C_{ж} + C_{ц.ш} + C_{ж.з.ш}, \text{ теңге,} \quad (5.1)$$

мұндағы C_m - тұрақты ток күшін жобалағанда материалдарға кететін шығынның мөлшері;

$C_{ж}$ - тұрақты ток күшін жобалағанда жұмысшылардың жалақысының мөлшері;

$C_{ц.ш}$ - цехтағы қосымша шығындар;

$C_{ж.з.ш}$ - жалпы заводтық шығын.

Ең алдымен материалдарға кеткен барлық шығындарды есептейміз:

$$C_m = C_1 + C_2 + C_3, \text{ теңге,} \quad (5.2)$$

мұндағы C_1 - негізгі бөліктерді жасауға кететін материалдардың шығыны;

C_2 – қосымша материалдардың шығыны;

C_3 – қозғалтқыштардың кішкентай бөліктеріне кететін шығын.

Негізгі бөліктерді жасауға кететін материалдардың шығыны төменгідей табылады:

$$C_1 = C_{cm} + C_n + C_b + C_k + C_3, \text{ теңге,} \quad (5.3)$$

мұндағы C_{cm} – станинаны даярлауға кеткен шығын;
 C_n – полюске кеткен шығын мөлшері;
 C_{δ} – білікке кеткен шығын мөлшері;
 C_k – коллекторды даярлауға кеткен шығын мөлшері;
 C_3 – зәкірге кеткен шығын мөлшері.

Қосымша материалдар шығынын келесі өрнекпен анықтаймыз:

$$C_2 = 0,2 \cdot C_1, \text{ теңге.} \quad (5.4)$$

Қозғалтқыштың кішкентай бөліктеріне кеткен шығынды табу үшін:

$$C_3 = 0,1 \cdot C_1, \text{ теңге.} \quad (5.5)$$

Материалдарға жұмсалған шығынның мөлшерін анықтайтын болсақ, жобаланып жатқан тұрақы тоқ электрқозғалтқышының бөліктерінің массасын табу қажет. Сондықтан, төмендегі жобаланған міндерге байланысты бөліктерінің массасын анықтауымыз керек.

Станина массасын анықтаймыз:

$$m_{cm} = V_{cm} \cdot \rho, \text{ кг,} \quad (5.6)$$

мұндағы ρ - станина материалының тығыздығы, станина болаттан жасалғандықтан, оның мәні 7900 кг/м^3 тең.

Ал станинаның көлемі төмендегідей табылады:

$$V_{cm} = V_c - V_i, \text{ м}^3, \quad (5.7)$$

мұндағы V_c - статордың сыртқы диаметрімен аңқталатын көлем;

V_i – статордың ішкі диаметрімен анықталатын көлем.

Статордың сыртқы диаметрі арқылы табылған көлем:

$$V_c = \pi \cdot R_c^2 \cdot H, \text{ м}^3, \quad (5.8)$$

мұндағы $R_c = 270 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

$H = 545 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Олай болса:

$$V_c = 3,14 \cdot (270 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 545 \cdot 10^{-3} = 124,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Статордың ішкі диаметрі арқылы табылатын ішкі көлемі:

$$V_i = \pi \cdot R_i^2 \cdot H, \text{ м}^3; \quad (5.9)$$

$$V_i = 3,14 \cdot (267 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 545 \cdot 10^{-3} = 122 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ендеше станинаның көлемін есептейміз:

$$V_{cm} = (124,75 - 122) \cdot 10^{-3} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ал оның массасының мәні:

$$m_{cm} = 2,75 \cdot 10^{-3} \cdot 7900 = 21,725 \text{ кг.}$$

Алынған массаның мәніне болат бағасын көбейтсек станинаға кеткен шығынды табамыз:

$$C_{cm} = m_{cm} \cdot C, \text{ теңге,} \quad (5.10)$$

мұндағы $C = 1500$ теңге - болаттың 1 кг құны.

$$C_{cm} = 21,725 \cdot 1500 = 32587 \text{ теңге.}$$

Полюс массасы:

$$m_n = V_n \cdot \rho, \text{ кг.} \quad (5.11)$$

Полюс көлемі келесідей табылады:

$$V_n = A \cdot B \cdot H, \text{ м}^3, \quad (5.12)$$

мұндағы $A = 54,547 \cdot 10^{-3}$ м - полюс ені;

$B = 63,89 \cdot 10^{-3}$ м – полюс биіктігі;

$H = 532 \cdot 10^{-3}$ м - полюс ұзындығы.

Сонда:

$$V_n^I = 54,547 \cdot 10^{-3} \cdot 63,89 \cdot 10^{-3} \cdot 532 \cdot 10^{-3} = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Менің қозғалтқышым екіполлюсті болғандықтан, шыққан мәнді екіге көбейтеміз:

$$V_n = 2 \cdot V_n^I, \text{ м}^3; \quad (5.13)$$

$$V_n = 2 \cdot 1,86 \cdot 10^{-3} = 3,72 \text{ м}^3;$$

$$m_n = 3,72 \cdot 10^{-3} \cdot 7900 = 29,388 \text{ кг.}$$

Анықталған массаның мәніне болаттың бағасын көбейтсек, полюсті даярлауға жұмсалған шығынды анықтап алуға болады:

$$C_n = m_n \cdot C, \text{ теңге;} \quad (5.14)$$

$$C_n = 29,388 \cdot 1500 = 44082 \text{ теңге.}$$

Біліктің массасын шығарамыз:

$$m_{\delta} = V_{\delta} \cdot \rho, \text{ кг.} \quad (5.15)$$

Біліктің көлемін төменгі формуламен анықтаймыз :

$$V_{\delta} = \pi \cdot R_{\delta}^2 \cdot H, \text{ м}^3; \quad (5.16)$$

$$V_{\delta} = 3,14 \cdot (31,572 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 532 \cdot 10^{-3} = 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$m_{\delta} = 1,66 \cdot 10^{-3} \cdot 7900 = 13 \text{ кг.}$$

Біліктің массасының мөлшерін болаттың бағасына көбейтіп, білікке жұмсалған шығынды анықтаймыз:

$$C_{\delta} = 13 \cdot 1500 = 19500 \text{ теңге.}$$

Коллектордың массасы:

$$m_k = V_k \cdot \rho, \text{ кг.} \quad (5.17)$$

Коллектордың көлемі:

$$V_k = V_c - V_i, \text{ м}^3. \quad (5.18)$$

Коллектордың сыртқы диаметрі арқылы анықталған көлемі:

$$V_c = \pi \cdot R_c^2 \cdot H, \text{ м}^3; \quad (5.19)$$

$$V_c = 3,14 \cdot (56 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 69 \cdot 10^{-3} = 0,68 \text{ м}^3.$$

Коллектордың ішкі диаметрі арқылы анықталған ішкі көлемі:

$$V_i = \pi \cdot R_i^2 \cdot H, \text{ м}^3; \quad (5.21)$$

$$V_i = 3,14 \cdot (34,27 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 69 \cdot 10^{-3} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ендеше коллектордың жалпы көлемін есептейміз:

$$V_k = (0,68 - 0,25) \cdot 10^{-3} = 0,43 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ал оның массасының мәні мынаған тең:

$$m_k = 0,52 \cdot 10^{-3} \cdot 7900 = 3,4 \text{ кг}.$$

Табылған массаны болаттың бағасына көбейтіп, коллекторға жұмсалған шығынды есептейміз:

$$C_k = m_k \cdot C, \text{ теңге}; \quad (5.22)$$

$$C_k = 3,4 \cdot 1500 = 5100 \text{ теңге}.$$

Зәкірдің массасын табу үшін:

$$m_z = V_z \cdot \rho, \text{ кг}; \quad (5.23)$$

$$V_z = V_c - V_i, \text{ м}^3. \quad (5.24)$$

Зәкірдің сыртқы диаметрі арқылы табылған көлемді табамыз:

$$V_c = \pi \cdot R_c^2 \cdot H, \text{ м}^3, \quad (5.25)$$

$$V_c = 3,14 \cdot (61,4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 1,72 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

Зәкірдің ішкі диаметрі арқылы табылған көлемі табамыз:

$$V_i = \pi \cdot R_i^2 \cdot H, \text{ м}^3; \quad (5.26)$$

$$V_i = 3,14 \cdot (57 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 1,48 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$V_3 = 1,72 \cdot 10^{-3} - 1,48 \cdot 10^{-3} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$m_3 = 0,24 \cdot 10^{-3} \cdot 7900 = 1,9 \text{ кг.}$$

Зәкір тістерінің массасы $m = 8,752$ кг, ал ярмасының массасы $m = 20,76$ кг. Осы барлық массаларды болаттың бағасына көбейтсек, зәкірге кеткен шығынды табамыз:

$$C_3 = (8,752 + 20,76 + 1,9) \cdot 1500 = 47118 \text{ теңге.}$$

Зәкірдің орамаларындағы мыстың массасы $m = 5,169$ кг тең, ал параллельді орамалардағы мыстың массасы $m = 6,45$ кг, қосымша полюстердің орамаларындағы мыстың массасы $m = 9,078$ кг болады.

Онда, мысты пайдалануға кеткен шығынды табамыз:

$$C_m = m_m \cdot C, \text{ теңге,} \quad (5.27)$$

мұндағы $C = 900$ теңге - мыстың 1 кг бағасы. Сонда:

$$C_m = (5,169 + 6,45 + 9,078) \cdot 900 = 18627 \text{ теңге.}$$

Шыққан мәндерді пайдаланып, материалдарға кеткен шығынды табамыз:

$$C_1 = 32587 + 44082 + 19500 + 5100 + 47118 + 18627 = 167014 \text{ теңге.}$$

Қосымша материалдар шығынның мәнін есептейміз:

$$C_2 = 0,2 \cdot 167014 = 33402 \text{ теңге.}$$

Қозғалтқыштың кішкентай бөліктеріне кеткен шығынды есептейміз:

$$C_3 = 0,1 \cdot 167014 = 16701 \text{ теңге.}$$

Барлық материалдарға жұмсалған шығынды анықтаймыз:

$$C_m = 167014 + 33402 + 16701 = 217117 \text{ теңге.}$$

Енді, жобаланып жатқан тұрақты тоқ электр қозғалтқышының жұмысшыларының жалақысын анықтаймыз:

$$C_{ж} = 0,1 \cdot 217117 = 21711 \text{ теңге.}$$

Социалды қажеттіліктерге берілетін шығын мөлшерін табу үшін:

$$C_{с.қ} = 0,11 \cdot (C_{ж} - 0,1 \cdot C_{ж}), \text{ теңге;} \quad (5.28)$$

$$C_{с.қ} = 0,11 \cdot (21711 - 0,1 \cdot 21711) = 2150, \text{ теңге.}$$

Айнымалы шығындардан өзгеше тауардың шығарылу көлеміне байланысты емес тұрақты шығындар болады. Оларды үстеме шығындар деп атаймыз. Ол цехтық шығын және жалпыөндірістік шығын болып бөдінеді.

Цехтық шығындарға: амортизация мен жабдықтарды эксплуатациялау, көлік құралдары, цех инвентарлар және т.б. жатады. Оны төменгі формуламен есептейміз:

$$C_{ц.ш} \approx 2,5 \cdot 21711 = 54277 \text{ теңге.}$$

Жалпыөндірістік шығындарға: өндірісті ұйымдастыру және басқару шаралары, жарық пен жылу өткізу, тәртіп пен күзетті қамтамасыз ету. Ол мына формуламен анықталады:

$$C_{ж.ш} \approx 0,5 \cdot 21711 = 10855 \text{ теңге.}$$

Сонымен

$$C_{қозғ} = 217117 + 21711 + 2150 + 54277 + 10855 = 306110 \text{ теңге.}$$

Осы мән жобаланып жатқан тұрақты тоқ электрқозғалтқышты жасауға кеткен шығындар мәні болып табылады. Енді осы электр қозғалтқышты сатқан кезде, үстінен табатын пайданы емептеймін, яғни оның 15 % - ы пайда болып табылады.

$$П = (306110 \cdot 15) / 100\% = 45916 \text{ теңге.}$$

Сонымен, біздің жобалап жатқан электр қозғалтқышымыздың бағасы:

$$C_{\text{қозз}} = C_{\text{дб}} + П, \text{ теңге}; \quad (5.29)$$

$$C_{\text{қозз}} = 306110 + 45916 = 352026 \text{ теңге.}$$

Енді 3411 маркалы болатты таңдаймыз, оның бағасы $1 \text{ кг} = 1200$ теңге. Сол болатпен есептесек:

$$C_{\text{б}} = 98,925 \cdot 1200 = 118710 \text{ теңге.}$$

Жобаланған электр қозғалтқыштың массасын және көлемін азайту мақсатында пайдаланылатын бүкіл болат массасын 20 %-ға азайтамыз. Сонда:

$$m_{\text{б}} = 92,925 - 19,785 = 79,14 \text{ кг};$$

$$C_{\text{б}} = 79,14 \cdot 1200 = 97968 \text{ теңге.}$$

Ал пайдаланылатын мыстың 10 % азайтамыз:

$$m_{\text{м}} = 20,697 - 2,07 = 18,627 \text{ кг};$$

$$C_{\text{м}} = 18,627 \cdot 900 = 16764 \text{ теңге.}$$

Ендеше сол өзгешеліктерді пайдаланып, жобаланған электр қозғалтқыштың толық құнын есептейміз. Негізгі материалдарға кеткен шығын:

$$C_1 = 97968 + 16784 = 114752 \text{ теңге.}$$

Қосымша материалдар мен кішкентай бөліктеріне кеткен шығындар:

$$C_2 = 0,2 \cdot 114752 = 22950 \text{ теңге};$$

$$C_3 = 0,1 \cdot 114752 = 11475 \text{ теңге.}$$

Барлық материалдарға кеткен шығын:

$$C_{\text{м}} = 114752 + 22950 + 11475 = 149177 \text{ теңге.}$$

Жаңа электр қозғалтқыштың өзіндік құны былайша болады:

$$C_{\text{қозз}} = 149177 + 14917 + 37292 + 7458 = 208844.$$

Оның пайдасын есептесек:

$$П = 208844 \cdot 0,15 = 31326 \text{ теңге.}$$

Жаңа электр қозғалтқыштың бағасы:

$$Ц = 208844 + 31326 = 240170 \text{ теңге.}$$

Ескі мен жаңа электр қозғалтқыштардың өзіндік құнының айырмашылығы:

$$K_1 = 306110 - 208844 = 97266 \text{ теңге.}$$

Ал бағаларының айырмашылығы:

$$Ц_1 = 352026 - 240170 = 111856 \text{ теңге.}$$

Ендеше, біз бір жылда 700 ескі электр қозғалтқыш өндіретін болсақ, оның жылдық құны:

$$K_{\text{ж}} = 306110 \cdot 700 = 214277000 \text{ теңге.}$$

Ал оның жылдық бағасы:

$$Ц_{\text{ж}} = 352026 \cdot 700 = 246418000 \text{ теңге.}$$

Жылдық жаңа электр қозғалтқыштарын есептейтін болсақ:

$$K_{\text{ж}} = 208844 \cdot 700 = 146190800 \text{ теңге;}$$

$$Ц_{\text{ж}} = 240170 \cdot 700 = 168119000 \text{ теңге.}$$

Құнының азаюынан жылдық үнемдеу:

$$F = 214277000 - 146190800 = 68086200 \text{ теңге.}$$

Біздің тұрақты тоқ электр қозғалтқышымыздың қолдану аймақтары өте көп. Мысалы, Алматы қаласын алатын болсақ, көшеде жүретін трамвай және троллейбустар, жер астындағы метро (қазіргі кезде қарқынды дамуда), құрылыс ғимараттар салуға арналаған жүккөтергіш крандар, қаланың маңындағы электровоздар және т.б. көптеген салаларда қолданылады. Сонымен, тұрақты тоқ электр қозғалтқышына үлкен сұрананыстар бар және келесі онжылдықта қолданылу аймақтары әлдеқайда көбейеді.

Өткен жылдары Қазақстанда экспорттен гөрі импорт көп байқалған болатын. Біздің отандық өндірушілеріміз шетелдіктердің көлеңкесінде қалып, тіпті кейбіреулерінің өндірісті тоқтатуына әкеп соққан. Қазіргі кезде Елбасымыздың «Нұрлы жол» бағдарламасы бойынша жергілікті кәсіпкерлерге барлық жағынан қолдау көрсетіп жатыр. Мүмкіншіліктері артып, сапасы шетелдіктерден асып жатыр деуге де болады.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмысты бастаған кезде электр машиналары туралы жалпы мәліметтер жинап, соның ішіндегі тұрақты ток машиналарымен терең таныстым. Тұрақты ток машиналарының даму тарихын оқып, жұмыс істеу принципі мен құрылысын қарастырдым. Есептеу кезінде жаңа параметрлерді енгізіп, тұрақты ток қозғалтқышының зәкір орамдарын, тістерінің ауданының геометриясын, магниттік өлшемнің тізбектерін, параллель қоздыру орамаларын, коллектор мен щеткаларын, ПӘК пен шығындарын есептедім. Оған қосымша машиналарда болатын желдету және жылулық есептеулер жүргіздім. Ал арнайы бөлімінде тұрақты ток қозғалтқышының магниттік дірілін есептеген кезде ярманың иілгішітігінің арқасында діріл деңгейі 10,81 дБ -ге азайды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде, тұрақты ток қозғалтқышымен жұмыс істеген кезде, техника қауіпсіздігі туралы, техникалық ақау салдарынан пайда болатын өртке қарсы қолдану шаралары туралы жаздым. Өндіріс орындарында жұмысшының жұмыс істеу қабілетін төмендететін шу және одан сақтану тәсілдерін жазып кеттім. Шуды төмендету шаралары бойынша есеп келтірдім.

Жобаланған тұрақты ток қозғалтқышының толық құнын, экономикалық бөлімінде есептеп көрсеттім. 3411 маркалы болаттың және мыстың пайдаланылатын массаларының шамасын қысқарту барысында шығынды азайттым. Соның арқасында өзіндік құны мен бағасы төмендеді.

Осы дипломдық жұмысты жасағанда тұрақты ток қозғалтқышын толықтай қарастырдым және есептік бөліміне ерекше назар аудардым.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Проектирование электрических машин: учебник для вузов/ под ред. И. П. Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 767 с. – (Основы наук).
3. Шубов И. Г. «Шум и вибрация электрических машин». – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 208 с.: ил.
4. Кучер В. Я. «Вибрация и шум электрических машин: Письменные лекции». – СПб.: СЗТУ, 2004. – с.
5. Электр машиналары: Оқулық. М. Исаханов, Ш. Өмірзақов. – Астана: Фолиант, 2010. – 208 бет.
6. Ахмедиярова Ә.Ж., Әлімхожаева М.Б. «Электр машиналары». Оқу-әдістемелік құрал. – Алматы: «Эверо» 2009. – 118 б.
7. Кацман М.М. Электрические машины автоматических устройств: Учеб. Пособие для электротехнических специальностей техникумов. – М.: Форум, ИНФРА-М, 2002. – 264 с. – (Серия «Профессиональное образование»).
8. Охрана труда. Защита от производственного шума: Метод. указ. к вып. лаб. раб. для студ. - бакалавров всех форм обуч. всех спец. / НАО АИЭС. Каф. Охраны труда и окружающей среды, сост.: Ф.Р. Жандаулетова, А.С. Бегимбетова, С.Е. Манабаева. – Алматы: АИЭС. 2009. – 14с.
9. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учеб. пособие для вузов / А.В. Фролов, Т.Н. Бакаева; под общ. ред. А.В. Фролова. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 750 с.: ил. – (Высшее образование).
10. Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздігінің негіздері. Дәрістері жинағы – Алматы: АЭЖБИ, 2007. -35б.
11. Оқу құралы «Еңбекті қорғау» және «Тіршілік қауіпсіздігінің негіздері» пәндері бойынша студенттер оқу материалдарымен танысуға арналған. Оқу құралы барлық мамандықтар бойынша барлық түрдегі оқитын студенттер үшін жазылған./ М.К. Дюсебаев, Т.Е., Ж.С. Абдимуратов; АЭЖБУ. Алматы, 2013. -84 б.
12. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау: 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы студенттеріне арналған экономика бөлімін орындауға әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2015. – 33 б.
13. Б.И. Түзелбаев, А.А. Жақыпов Сала экономикасы. Бітірушілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар (Электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін). – Алматы: АЭЖБУ, 2008.
14. Экономика және өндірісті ұйымдастыру: 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы үшін әдістемелік нұсқаулар. ЭӨҰЖБ каф-сы, құраст.: А.А. Жакупов, Л.Ш. Валиева, С.К. Тулегенова. – Алматы: АЭЖБУ, 2014. – 47 б.