

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRILIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

I.H.MAMADALIÝEW

**AWTOMATLAŞDYRYLAN
ELEKTRIK HEREKETLENDIRIJI**

Ýokary okuw mekdepleriniň “Önümçiligi we tehnologik prosesleri
awtomatlaşdyrmak” hünäri üçin

AŞGABAT 2010

Giriş

Hemişelik Bitaraplygyny alan Garaşsyz ýurdumyzyň bu günki ýaşlary täze eýýamyň täze ugurlary bilen Altyn asyrymyzy has-da gületmeli. Bu bolsa biziň gadymy ruhy köklerimizden sapak alyp, şol mirasy ösdürip bilmek bagtyna eýe boldugymyzdyr.

“Ylym bilmekligiň durmuşy özgertmek, durmuşy kämilleşdirmek ukybyna ýetmegidir. Şonuň üçinem bilimiň ylym ýa-da dälidigini bir zatdan anyklap bolar: ol durmuşa täsir edip, ony özgerdip, onuň hajatlaryny bitirip bilýämi ýa-da ýok? Eger bilýän bolsa, ol ylymdyr.”

Iň uly baýlyk akyldyr. Iň uly gymmatlyk – ylymdyr. Ylym – adamzada hemişe gerek. Türkmeni maksat-myradyna, altyn ýaşaýşyna ýetirjek ylymdyr. Ylym ýok ýerde akyl bolmaz. Iň güýçli gujur adamzada berlen akyldyr. Ylym diňe ilini almag däl, özüňkiňi hem aýan etmektir. Hakyky ylym-durmuşy herekete getiriji güýje öwrülip bilýän ylymdyr.

Ylym bilmek ýolunuň çürbaşydyr, kämilligidir. Bilim-ilden özüňe almakdyr, sarp etmektir. Ylym-özüňden ile bermektir, döretmektir. Iň oňat ylym-jemgyýete peýda getirýän ylymdyr. Jemgyýete peýdasyz ylym bimanylykdyr.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ylym bilim taglymaty örän giň we çuňňur many-mazmuna eýe. Ol türkmen jemgyýetini barha ýokary derejelere göterýär. Biz bu galkynyşy ylym-bilim ulgamynda gazanylýan üstünliklerimizde hem görýäris.

Täze galkynyşlar zamanasynda mähriban Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň tagallalary bilen ýurdumyzda ylym-bilime, dünýä ylmyňyň iň soňky gazananlaryny özleşdirmäge aýratyn ähmiýet berilýär.

Täze galkynyş zamanasynyň ilkinji günlerinden başlap mähriban Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýaşlara bilim terbiýe bermekligi hünär öwretmek işleri bilen utgaşykly alyp barmaklyga aýratyn uly üns berdi. Munda mähriban Prezidentimiz esasan özbaşdak, Garaşsyz ýurdumyzy dolandyrmak üçin häzirki zaman ösen tilsamatlaryndan oňat baş çykaryp, ösen tehniki enjamlara erk edip, dünýä derejesindäki bäsdeşlige ukyply, ýokary hilli önümleri öndürmegi başaryan her bir ýaş ýigidiň we gyzyň öz kärini ýürekden söýýän, ruhybelent, watansöýüji, hemme taraplaýyn kämil ýaşlar bolup ýetişmekleriniň zerurlygyny göz önünde tutýar. Munuň şeýledigini Hormatly Prezidentimiz özüniň çykyşlarynda hem yzygiderli nygtap gelýär.

Häzirki zaman dünýäniň iň wajyp meseleleriniň biri – ol hem durmuşy-ykdysady, tehnologiýa we senagat taýdan ösüşi birmeňzeş derejede döwletleriň arasynda deňhukukly, hyzmatdaşlykly we adalatly gatnaşyklaryň ýola goýulmagydyr.

Öňdebaryjy tilsimatly prosesler ylmyň esasynda kämilleşýär. Tebigaty öwrenýän we takyk ylmlaryň – fizikanyň, himiýanyň, biýologiýanyň, matematikanyň gazananlary täze bilim görnüşinde tilsimatly ylmlara, inženerçilik işine ornaşyp, tilsimatly ösüş hökmünde önümçiligi özgerdýär. Önümçilige elektron hasaplaýyş maşynlary (EHM) we awtomatlary ornaşdyrmak, tehniki manyda adamy dolandyryş wezipesinden boşatmaklygy aňladýar. Awtomatlaşdyrylan dolandyryş enjamlary ulanmaklygyň tehniki wezipesini ol maşyna geçirmekligi aňladýar. Tehnologiýa diýen düşünje bilen birmeňzeş bolup, häzirki döwürde adamyň önünde duran giň göwrümlü meseleleri çözmekde ösen tehnika yzygiderli ulanmaklygy aňladýar. Biz talyp ýaşlar, nesip bolsa ýurdumyzda bina edilen we edilýän senagat kärhanalarynyň dünýä ülnülerine laýyk gelýän, awtomatiki usulda işleýän, ýokary tehniki–tilsimatly enjamlarynyň kompýuterleşdirilmegine öz mynasyp goşandymyzy goşup, täze galkynyşlar zamanasynda gerekli, Watanymyzy dünýä öz hünäri, başarnygy bilen tanatjak ýaşlar bolup, işlejek, gurjak döretjekdigimize ynandyrýarys.

Hormatly Prezidentimiz ýokary okuw mekdeplerinde ýaşlaryň öwrenýän hünärlerini durmuş bilen gabat getirmegiň örän möhümdigini belläp, ony durmuşa geçirmegiň dogry ýollaryny hem salgy berdi. Şunlukda ýokary okuw mekdeplerinde okaýan talypalaryň nazary bilimler bilen tejribäni utgaşdyryp öwrenmekleri doly ýola goýuldy.

Talypalaryň okuwda öwrenenlerini tejribede berkitmeklerine mümkinçilik döredilýär. Okuw döwürlerinde geçilýän üznüksiz tejribeler talypalaryň önümçilik hünärlerini iş ýüzünde has gowy özleşdirmekligine mümkinçilik berýär.

1.Elektroýöretme düşünjesi.

Elektrofikasiýada we tehnologik prosesleri awtomatizirlemekde önümçilik we ulag mehanizmlerini, durmuşy abzallary, gaz we suw üpjünçilik gurluşlaryny, medisina enjamlaryny, telewizion we kosmiki tehnikany herekede getirýän elektroýöretme esasy roly oýnaýar. Işlenip goýberilýän elektroenergiýanyň 60% -den gowragy elektroýöretme tarapyndan ulanylýar.

Beýlekileriň öňünde elektroýöretmäniň artykmaçlygy.

1.Dürli kuwwatdaky we hereket tizligindäki elektroýöredijileri taýýarlamaga mümkinçilik (birnäçe ýüz watdan on mün Kwt çenli, tizlik minutda okuň birnäçe aýlawyndan birnäçe ýüz mün aýlaw çenli).

2.Dürli şertlerde işlemek üçin EY döretmek mümkinçiligi agresiw suwukluklaryň, gazlaryň sredasynda, kosmiki giňişlik şertlerende, kiçi we uly temperat. t^0 .

3.Herekediň kyn görnüşlerini durmuşa geçirmek, herekediň; tizligiň, tizlenmäniň ugruny üýtgetmek.

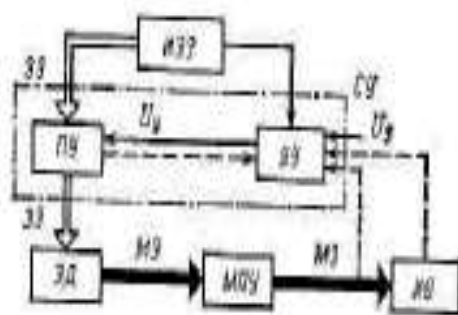
4.Önümçilik we tehnologiki prosessleri awtomatizirlemekde ýeňillik.

5.EY ýokary ПТК, ulanmakda ygtybarlylyk, daşky sredany hapalamazlyk.

Elektroýöretme diýip – maşynlarynyň ýerine ýetiriji böleklerini herekede getirmek we bu herekedi dolandyrmak üçin niýetlenen, elektroýorediji, özgerdiji we dolandyryjy gurluşlardan düzülen elektromehaniki sistema aýdylýar.

Bu funksiýany ýerine ýetirmek üçin elektroýöretme mehanizmleriň iş organlaryny herekede getirýän elektrik energiýadan mehaniki energiýany işläp çykarýar (transp-ýň lentasy, tokar stanogynyň şpindeli, sozma stanogynyň balkasy we ş.m) şeýlelikde tehnologiki operasiýalar ýerine ýetirilýar: ýükleriň ýerlerini üýtgemesi, şaýlaryň täzeden işlenmesi, suwukluklaryň we gazlaryň transportirowkasy, hökmany jisimlere gözegçilik etmek. Düzüliş çatgy.

Energiýanyň özgermesiniň prosessini dolandyrmak U_b (beriji güýjenmaniň) we dolandyryjy güýjenmäniň U_d işläp çykarmasynyň kömegi bilen Dolandyryjy gurluş bilen amala aşyrylýar. Özgerdiji we dolandyryjy gurluş sarym bilen bilelikde elektroýöretmäniň elektrik bölegini düzýän dolandyryjy sistemany (DS) düzýär.



Surat 1

1. EEÇ –elektrik energiýanyň çeşmesi – 1 fazaly we 3 fazaly elektrik tory, hemişelik toguň tory, toplaýjy batareýa, gün batareýasy, dizel generator gurulmasy.

2. ÖG – özgerdiji gurluş – dolandyrylýan göneldiji, ýygylgyň özgedijileri, inwertorlar.

3. DG – dolandyryjy gurluş – basma, dolandyryjy açar, sazlaýjy, dolandyrylýan hasaplaýjy maşyn, rele logiki elementler, güýçlendiriji we ş.m.

4. EY – Elektroýöretme – hemişelik toguň ýöredijisi (dürli görnüşli), faza ýa-da gysga utgaşma (g.u.) rotorly asinhron ýürediji, sinhron ýörediji, wentil, ädimli ýörediji we ş.m.

5. MGG – mehaniki geçiriji gurluş – silindr şekilli, dişli çarhly reduktorlar, nurbat – gaýka geçirmesi, planetarly geçirme, egritikenli – şatunly, zynjyrlý, guşakly geçirme we ş.m.

6. Ýerine ýetiriji organ (Ýýo) – tokar stanogynyň şpindeli, konweýiriň lentasy (zynjyry), ekskawatoryň susagy, göterijiniň kabinasy.

7. EE – elektrik energiýasy, ME – mehaniki energiýa.

1.1 Elektroýöretmeleriň tipleri.

1. Toparlaýyn (transmission) – bir ýa-da birnäçe transmissiýanyň kömegi bilen hereket bir elektrik ýöredijiden iş maşynlarynyň toplumyna geçýär (tozan, goh).

2. Ýekelit Elektroýöretme – bir ýöredijiniň kömegi bilen bir maşyn herekede getirilýär (birşpindelli deşiji stanok, elektroabzallar we ş.m.)

3. Köpýöredijili EY – bu birnäçe ýekelik EY durýan ýörediji, başgaça iş maşynynyň aýratyn elementleri öz Elektrik Ýöredijisi (EÝ) bilen herekede detirilýär (tekizleýji stanok – suportyň, kesgijiň, şpindeliň goýberilşi) iň tazesini (uçar – meselem – ýokardaky ruly, elerony we ş.m. ýapgyçlar).

1.2 Elektroýöretmäniň funksiýalary

1 görnek

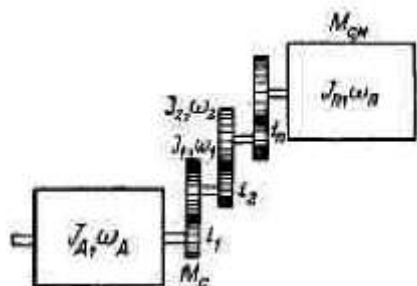
Tehnologiýa hadysasy	Prosesi ýetirýän iş maşynlary	Ýerine ýetiriji organlaryň häsiýetli hereketleri	EY funksiýalary awtomatizasiýa se-rişdeleri hökmimde
Esbaplaryň taýýarlanşy we täzeden içlenşi	Demir täzeden işleýän, agaç täzeden işleýän. Stanoklar, sozma stanoklary, pressler, dokma stanoklary, kagyzandüriji maşynlar, elektro enjamlar	Goýberme, rewers, aýlaw yzwna gaýtaryp-goýberme	Goýberme, rewers, saklanma tizligiň sazlanmasy, tizlenme, berlen, çekilmäniň üpjünçiligi
Önümleriň we materiallaryň ýerleşdirilmesi	Transportýorlar, göteriji kranyň sarym edýän amaly gurulmasy, liftler, eskalatorlar, hereket asma ýollary	Ýerine ýetiriji organy berlen ýagdaýa takyk düzmek, tizligiň we tizlenmäniň üýtgemegi	Herekedi berlen programma boýunça üpjün etmek
Suwuklukla	Nasoslar,	Hereket	Gorawlaýjy

ryň we gazlaryň orun üýtgetmesi	şemallan-dyryjy, tüssesorujy, kompressorlar	tizliginiň hemişeligi	birikmäni we goragy üpjün etmek
Adamlaryň durmuşyny ürijün etmek	Sowadyjylar, kir ýuwujy maşynlar, kondisionerler, aşhana enjamlary we ş.m.		
Peýdaly gazylalmalary täzeden işlemek	Ekskawatorlar, burawlaýjy gurluşlar, kombaýnlary, draglaýnlar kömür		
Teleradioga tnaşyklary üpjün etmek, materiallary we önümleri synag etmek	Radiotelefonlar, robotlar, manipulýatorlar, synag desgalary		
Şäher ýol ulaglary	Elektromobiller, trolleýbuslar, tramwaýlar		

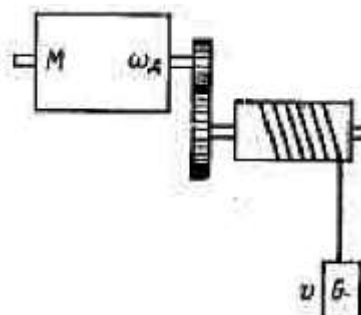
2 Elektroýöretmäniň mehanikasy

Pursatlaryň we gazşylyk güýçleriniň, inersiýa agramynyň we inersiýa momentiniň getirmesi.

Köplenç elektrik ýöredijileri önümçilik mehanizmini geçiriji sistemanyň üsti bilen herekede getirýärler, onuň aýratyn elementleri dürli tizlik bilen hereket edýärler, aýlaw herekedini (şpindel, antenna we ş.m.) ýa-da gelýän herekedi (göteriji, kran, tekizleýji stanok we ş.m.) ýerine ýetirýär.



Surat 2



Surat 3

Köplenç ýagdaýda praktikada inžener hasaplamalarda uly takyklyk talar edilenok, mehaniki düwünler uly bolmadyk aralyklara we uly bolmadyk maýyşgaklyga (ýokary gatylyk) eýe, beýle ýagdaýda bir elementniň herekedi beýleki elementleriň hereketleri barada maglumat berýär, şonuň üçin elektroýöretmäniň herekedini haýsy hem bolsa bir mehaniki elementde (biragramly düwün) seredip bolýar, köplenç beýle element hökmünde ýöredijiniň okuny kabul edýärler.

Ýöretmäniň mehaniki momenti bölüminiň hasaplamasyny yzygiderlikde. Inersiýa moment bilen ekwiwalent agramy bar bolan gaty mehaniki düwün bilen bir umumy görnüşe getirmek bolýar, oňa ähli mehaniki ýitgileri we ýöredijidäki ýitgileri özünde saklaýan, ýöredijiniň okuna jemlenip getirilen garşylyk momenti statiki moment M_e we ýöredijiniň elektromagnit momenti M täsir edýär.

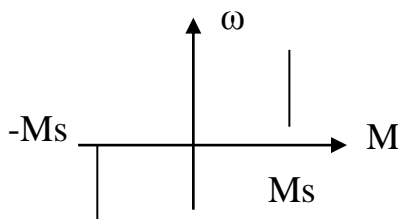
Peýdaly işe we sürtülme işine degişlilikde iş maşynynyň okunda döreýän mehanizmiň garşylyk moment M_{el} , M , 2 sany goşulmadan düzülen.

Peýdaly iş – tehnologiýa operasiýalaryň (demiriň tekizlenşi, ýüküň göterilşi) ýerine ýetirilşine baglylykda mehanizm tarapyndan amala aşyrylýar.

Sürtülme iş – mehanizm tarapyndan PTK hasaba almak bilen, ýa-da tejribe berlenleri hasaba almak bilen amala aşyrylýar. Meselem ýük h -beýiklige galdyrylanda G sürtülme düýji ýüküň agramyny goşmaça G_0 baha ulaldýar.

Garşylyk pursady iki görnüşde bolýarlar: reaktiw we aktiw (potensial).

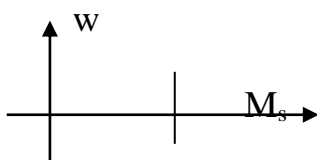
Reaktiw pursatlar – garşylykda kesme, gysma, sürülme we ş.m. pursatlar olar hemişe herekede päsgel berýärler we aýlanma güýjenmesi üýtgände olar bahasyny üýtgedýärler.



Surat 4

Aktiw pursatlar: agyrlýk güýjünden, sozulmadan, gysylmadan, maýyşgak jisimleri towlamakdan we ş.m. pursatlar. Olar ýöretmäniň elementleriniň potensial energiýasynyň üýtgemegine getirýär. Aktiw pursatlar ýa getirmäniň herekedini togtadýar ýa-da herekede ýardam edýär. Reaktiw statiki momentden öz bahasyny saklaýar.

Göteriji mehanizmiň ýüki bilen ýüze çykan pursat göterende we düşürende öz bahasyny saklaýar, ýöne göterende herekede pasgel berýär, düşürende bolsa ýardan edýär.



Surat 5

Hasaplamalarda we elektrikheroýöretmeler saýlananda ýöredijiniň okuna getirýärler.

Garşylyk pursatlarynyň getirmesi real we getirilen sistemanyň kuwwatlarynyň deňligine esaslanýar, bu ýagdaýda kuwwadyň ýitgisi PTK kömegi bilen hasaba alynýar

$$M_{sm}\omega_m 1/\eta_g = M_s \omega_y, \text{ bu ýerden } P = M \omega \quad (1)$$

$$M_s = M_{sm}\omega_m/\omega_y 1/\eta_g = M_{sm}/i \eta_g \quad (2)$$

M_s - ýöredijiniň okuna getirilen statiki garşylugyň pursaty.

M_{sm} - mehanizmiň statiki garşylugyň pursaty

η_g —geçirmäniň PTK, i – geçiji gatnaşyuk

Ýöredijiniň we mehanizmiň arasyndaky birnäçe geçişň barlygynda

$$M_s = M_{sm} 1/i_1 i_2 \dots i_n 1/\eta_{g1} \eta_{g2} \dots \eta_{gn} \quad (3)$$

Garşylyk pursatlaryna meňzeş garşylyk güýjüni getirmek

Eger v (m/S) öňe güýän herekediň (ýüküň) tizligi bolsa

$$F_{sm} v 1/\eta_g = M_s \omega_y \quad (4)$$

F_{sm} -mehanizmiň gazşylyk güýji

$$M_s = F_{sm} v / \omega_y \eta_g \quad (5)$$

öňe gidýän hereketden – aýlanma hereketine getirme.

Eger aýlanma hereketden öňe gidýän hereketde getirmede bolsa

$$F_{sm} = M_s \omega_y \eta_g / v \quad (6)$$

Aýlanma herekediniň inersiýa pursatynyň getirmesi getirilen we ol sistemanyň kinetik energiýasynyň deňligine esaslanan.

$$J \frac{\omega_y^2}{2} = J_y \frac{\omega_y^2}{2} + J_1 \frac{\omega_1^2}{2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{2} + \dots J_n \frac{\omega_n^2}{2} \quad (7)$$

Energiýanyň jemleýji pursaty

$$J = J_y + J_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_y} \right)^2 + J_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_y} \right)^2 + \dots J_n \left(\frac{\omega_n}{\omega_y} \right)^2 = J_y + J_1 i_1^2 + J_2 i_2^2 + \dots J_n i_n^2 \quad (8)$$

$$i_1^2 i_2^2 + \dots I_n (i_1^2 i_2^2 \dots \dot{y}_n)$$

J_y - ýöredijiniň okunda gurulan, ýöredijiniň rotorynyň we beýleki elementleriň (mufta, şestern we ş.m.) inersiýa pursaty.

Käwagtlar J_y dereginekataloglarda galgadyjy pursat görkezilýär.

GD^2 (kgs.m²), onda ýöredijiniň rotorynyň inersiýa pursaty

$$J_r = GD^2/4 \text{ (kgs.m}^2\text{)}, \quad (9)$$

bu ýerde D - inersiýanyň diametri, G -agyrluk güýji (agram) kgs

Eger G nýutonlarda bolsa, onda agram $G = mg$ du deňlemeden tapylýar, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ g-erkin hereket edýär, şeýle-de kinetiki energiýanyň artykmaçlygynyň deňlemesiniň esasynda tapylýar.

$$\frac{mv^2}{2} = J \frac{\omega_y^2}{2}, \quad J = m \left(\frac{v}{\omega_y} \right)^2 \quad (10)$$

ýöredijiniň okuna getirilen inersiýa pursaty.

Eger mehanizmde aýlanýan we güýjap hereket edýän ýöredijiniň okun getirilen elementler bar bolsa, onda inersiýa pursaty

$$I = I_y + I_1/i_1^2 + I_2/i_1^2 i_2^2 + I_n/i_1^2 i_2^2 \dots i_n^2 + m(v/\omega_y)^2 \quad (11)$$

Inersiýa pursatyny güýjeýän herekede getirmek üçin inersiýa pursatynw getirlen agram bilen çalşmaly

$$m=I(\omega_y/ V)^2 \quad (12)$$

2.1Önümçilik mehanizmleriniň we elektrik ýöredijileriň mehaniki häsiýetnamalary

Elektroýöretme saýlanylunda elektrik ýöredi jileriň önümçililik mehanizminiň häsiýetnamasy gabat gelmeli (tygşyly ekspluatasiýa).

Önümçilik mehanizminiň mehaniki häsiýetnamasy diýip ýoredijiniň okuna getirlen mehanizmiň tizliginiň we garşylyk pursatynyň arasyndaky baglanşyga aýdylýar $\omega=f(M_g)$. Bu gatnaşygy aşykdaýy ýörnüşde ýazmak bolýar:

$$M_s=M_o+ (M_{syl}-M_o) (\omega/ \omega_{ul})^x \quad (13)$$

Bu ýerde M_s - ω tizlikdäki mehanizmiň garşylyk pursaty

M_o - mehanizmiň hereket edýa bölegindäki sürtülmäniň garşylyk pursaty.

M_{syl} - ω_{ul} tizligin kömegi bilen garşylyk pursaty

X-dereje görkeziji, oňa M_s ω – bagly

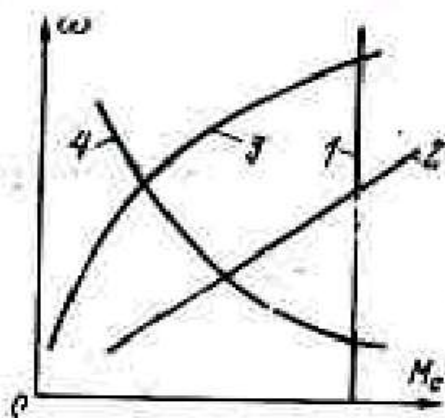
1. X=0-da 1 häsiýetnama, M_s ω – bagly däl, onda $M_s= M_{syl}$

Beýle hasiýete göreriji kranlar, lebýodkalar demirkesiji stanoklaryň uzi dyjy mehanizmleri, hemişelik agramly süýşýän materiallaryň konweýeri.

2. X=1, 2-nji häsiýetnama (çyzykly ösýän) bu ýerde ýönekeýleşdirmek üçin $M_o=0$ kabul edilen.

Meselem: bagly bolmadyk öýandyrmaly hemişelik togun generatorynyň getirmesi, eger ol hemişe daşky rezistr bolup işleýän bolsa.

3. X=2, egri 3 (çyzykedäl ösýän paraboliki gatnaşyk), bu ýerde $M_s= \omega^2$, bu wentilýator häsiýetnamasy. Wentilýatorlaryň getirmesi merkezdäki nasoslar we ş.m



Surat 6

4. X=-1, 4 egri, çyzykly däl peselýän häsiýetnama, M_s - tizlige garşy proporsional üýtgeýar, mehanizm tarapyndan ulanylýan kuwwat hemişelik bolup galýar (tokar, gyryjy, frezer demirkesiji stanoklar).

2.2 Elektrik ýöredijileriň mehaniki häsiýetnamasy

$$\omega = f(M) \quad (14)$$

ω – burç tizligi we M – ýöredijiniň aýlanma momenti.

Ahli häsiýetnamalar mehaniki häsiýetnamalaryň gatylygyny häsiýetlendirýär.

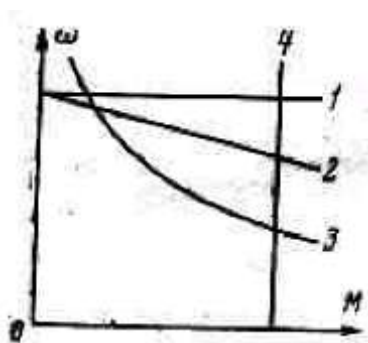
$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} \quad (15)$$

1. Absolýut gaty häsiýetnama, moment üýtgände tizlik hemişelik galýar.

$\beta = \infty, \Delta \omega = 0$ häsiýetnama. Beýle häsiýetnamalar sinhron ýöredijilerde bolýar.

2. Gaty mehaniki häsiýetnama, häsiýetnama 2, pursat üýtgände tizlik az üýtdeýär (bagly däl oýandyrmaly hemişelik toguň ýöredileri asinhron ýöredijiler)

3. Ýumşak mehanikik häsiýetnama häsiýetnama Pursat üýtgände tizlik hem ep-esli üýtgeýär (kwan ýöredijileri, agyr transport)/



Surat 7

2.3 Elektroýöretmäniň hereket deňlemesi

Ozal bir elektroýöretmäniň kadalaşan ýagdaýyny görüp geçipdik. Köp halatlarda EY tizenýär ýa-da haýallanýar we şeýlelikde inersiýa güýji ýa-da inersiýa pursaty döreýär, şeýlelikde hereketlendiriji geçiş ýagaýyn-da bolup EY bir kadalaşan ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçýär, haçanda ω , M , I (işe goýberiş, duruzma, güýjenmäň üýtgemesi, aýlanma güýjenmesi, f , U we ş.m. üýtgemegi) üýtgände.

Güýçleriň deňagramlylyk deňlemesi

$$F - F_s = m dv/dt, \quad m dv/dt - \text{dinamiki güýç} \quad (16)$$

Pursatlaryň deňagramlylyk deňlemesi

Ýöreketmäniň $M - M_s = J d\omega/dt$, $J d\omega/dt$ -dinamiki pursat

Hereketlendirijiniň ösdürýän pursaty M , onuň okundaky garşylyk pursatyna M_s we dinamiki (inersiýa) pursatyna

$M_d = I d\omega/dt$ deňdir

M_d diňe geçiş ýagdaýynda bolýar

1. $M > M_s$, $d\omega/dt > 0$, ýöretmäni çaltlaşdyrýar

2. $M < M_s$, $d\omega/dt < 0$, ýöretmäni haýallndyrýar, görnişi ýaly, ýöretmäniň haýallanmasy otrisatel M hem bolyp bilýär

3. $M = M_s$, $d\omega/dt = 0$, durnuklaşan düzgün

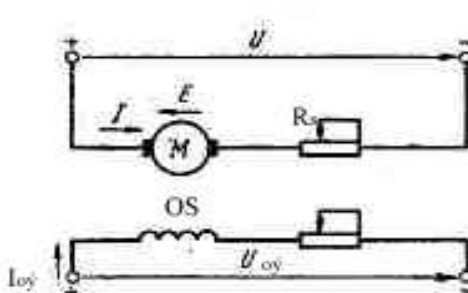
M_s -iň önündäki minus alamaty duruzygy täsiri görkezýär (ýagdaýyň güýslenmesi, ýaýjygyň gysylmasy, ýükiň galdyrylmasy)

Ýük aşak düşirilende M_s -iň öünden "+" goýulýor bu ýagdaýda M_s ýörekemäniň aýlanmagyna kömek edýär.

3. Elektroýöretmäniň mehaniki häsiýetnamasy

Hemişelik toguň bagly bolmagyk oýandyrmasyň mehaniki häsiýetnamasy. Birleşdirme çatgysy 1-ni suratda görkezilen

Ýöretmäniň ýakory we OS energiýany aýry energiýa seşmesinden alýarlar, bu bolsa $U_{\text{ýa}}$ we U_{os} aýry-aýry sazlap we dürli U ýerine ýetirip bolýar. Diňe zynjyryň $I = \text{const}$ bolan halatynda, OS hereketlendirijiniň ýakorynyň energiýa alýan çeşmesinden iýmitlenýär, ýöne beýle ýagdaýda I_{oy} ýakoryň toguna I bagly bolmaýar. I , E we U güýjenmeler hereketlenýän



Surat 8

ýagdaý üçin görkezilen haçanda elektrik energiýa elektrik toryndan peýdalananda, mehaniki energiýa özgerdilýär, onuň kuwwaty aşakdaka deň $P = M\omega$

Bu deňleme mehaniki häsiýetnama üçin ýakor zynjyrynyň güýjenmesiniň deňlemesinden alynyp biliner.

$$U = IR + E \quad (17)$$

R - ýakoryň zynjyrnyň umumy garşylygy.

$$R = R_s + R_{\text{ýa}} + R_{\text{gp}} + R_s + R_{\text{ks}}$$

Ýakoryň aýlanmasynda döreýän EHG

$$E = KF \omega, \quad (18)$$

K - ýakoryň gurluş ululygyna bagly bolan koefisient

$$K = pN / 2\pi\alpha,$$

P -jübit polýuslaň sany, N -ýakoryň sarymlarynyň aktiw geçirijileriniň sany.

α - ýakoryň sarymlarynyň jibit paralel şahalarynyň sany.

F - magnit akymy;

ω - hereketlendirijiniň burç tizligi (rad/S)

we (1) ýerine goýsan, aşakdakyny alarys

$$\omega = (U - IR) / KF \quad (19)$$

deňleme $\omega = f(1)$ hereketlendirijiniň elektromekanika häsiýetnamasy

$M = KFI$ göztünde tutsan mehaniki häsiýetnamasynyň deňlemesini alarys. Bu ýerde M - elektromagnit pursaty (elektromagnitdaky pursaty bahasyndan hereketlendirijiniň okundaky momentden kiçi, polodyň we mehaniki ýitgini hasaba alaňda bolýar, ýöne amaly hasaplamalar üçin mehaniki häsiýetnamadan peýdalanyp bolýar, bu ýerde elektromagnit pursaty getirilýär).

(19) we (19a) aňlatmalardaky I bahasyny goýup alarys

$\omega = (U / KF) - (MR / (KF)^2)$ ýa-da $\omega = U / \zeta - MR / \zeta^2$, mehaniki häsiýetnamaly deňleme $\zeta = KF - \text{const}$

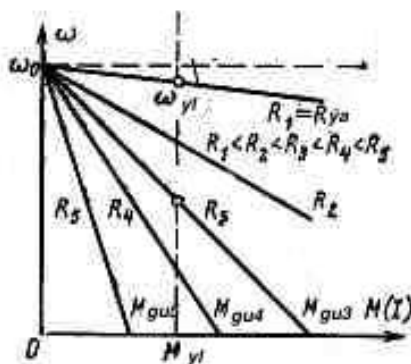
2-nji suratda ýakoryň zynjyryndaky dürli-dürli garşylykly mehaniki we elektromehaniki häsiýetnamalary görkezeliň.

$\omega_0 = (U / KF)$ ideal bi tizligi $M=0$ bolanda, R bagly bolmaýar ω_0 , haçynda $I=0$, $U=E$, $R_4 > R_3 > R_2 > R_1$

Egerde hereketlendiriji ω_0 -da işläň bolsa, onda M_s (ýüki) peýda bolanda ω peselip başlaýar, $E \downarrow$, $I \uparrow$, $M \uparrow$.

$M = M_s$ bolýança tizlik ω kiçelýär. Ýakoryň zynjyrynyň daşky aktiw garşylygy ýok bolanda mehaniki tebigy häsiýetnasy $R_1 = R_{ya}$, R_s -syz

Hakyky häsiýetnama



Surat 9

$R_1 = R_{ya} + R_{gp} + R_{ks} + R_s$ haçanda $U_e U_n$ we $F = F_{yl}$

Zynjyra (ýakor) goşmaça garşylyk çatylanda häsiýetnamasy. Olar şeýle hem çyzykly, ýöne olaryň esli aşak gyşarmasy bolýar we kiçi gatylyk häsiýetnamasy bar:

$$\beta = \Delta M / \omega \Delta \quad (20)$$

Olaryň hemmesi bir nokatda kesişýärler ω_0

3.1 Ýöredijiniň baglanyşyksyz oýandyrmasynyň mehaniki häsiýetnamasynyň gurluşy.

Şeýlelikde mehaniki häsiýetnamalary (hakyky ýa-da emeli) göni bolany sebäpli, olary 2 nokat boýunça gurup bolýar. Hakyky häsiýetnamalar üçin iki nokat $M = M_{yl}$ we $\omega = \omega_{yl}$, beýlekleri $M=0$, $\omega = \omega_0$ bolanda

Ylaýyk tizlik ω_{yl} ýöredijiniň nusgalyk berlenleri boýunça hasaplanylýar. Ýlalyk elektromagnit pursataşakdaky formula boýunça tapylýar

$$\begin{aligned} M_{ul} &= C_{yl} I_{yl} \\ \omega_0 &= U_{yl} / \zeta_{yl} \\ \zeta_{ul} &= (U_{yl} - I_{yl} R_{ya}) / \omega_{yl} \end{aligned} \quad (21)$$

bu ýerden

$$\omega_0 = U_{yl} \omega_{yl} / (U_{yl} - I_{yl} R_{ya}) \quad (22)$$

Egerde, R_{ya} kotaglogda berilmese, onda ony

$$R_{ya} \approx 0,5(1 - \eta_{yl}) U_{yl} / I_{yl}$$

tapýarlar.

Häsiýetnamalar hem iki nokat boýunça guulýar

1. $\omega = \omega_0$ $M=0$, 2 $\omega = \omega_{yl.r}$, $M=M_{yl}$

$\omega_{yl.r}$ - reostat garşylykly R_r burç tizligi

$\omega_{yl.r}$ - ω_0 tapýas

$$\omega = U - IR / C; \quad \omega_{yl.r} = U_{yl} - I_{yl} (R_{ya} - R_r) / C_{yl} \quad (23)$$

$$\omega_{yl.r} = \omega_0 I_{yl} (R_{ya} + R_r) / C_{yl} \quad (24)$$

$$C_{yl} = U_{yl} / 100;$$

$$\omega_{yl.r} = \omega_0 [1 - I_{yl} (R_{ya} + R_r) / U_{yl}]$$

$$(R_{ya} + R_r) \omega_0 / U_{yl} = \omega_0 (1 - I_{yl} (R_{ya} + R_r) / U_{yl}) \quad (25)$$

Mehaniki häsiýetnamany hem şeýle gursa bolýar

1. $M=0$, $\omega = \omega_0$ 2. $M=M_{gu}$, $\omega=0$

$M_{gu}(I_{gu})$ pursat we toguň gysga utgaşmasy. Haçanda ýörediji elektrik toruna çatylanda g.u. ýagdaý şeýle

$$I_{gu} = U / R, \quad \omega = 0 \quad R = R_{ya} + R_s, \quad M_{gu}, \quad M_{ul} I_{gu} / I_{yl}$$

M_{gu} we I_{gu} şorti boýunça

$$M_{gu} (I_{gu}) = (2 \div 2,5) \quad M_{yl} (I_{yl})$$

Esasy häsiýetnamada in uly $M_{gu} (I_{gu})$ bu ýerde

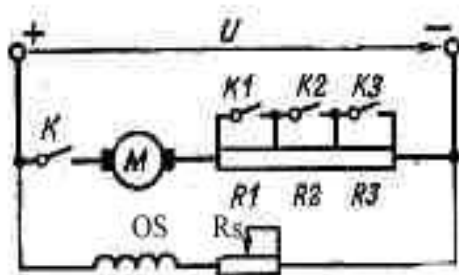
$R = R_{ya}$, kiçi bolýar

Bu ýere ýöredijiniň ylaýyk garçylygy girizilýär

$R_{yl} = U_{yl} / I_{yl}$ bu şeýle garşylygy girizýän hereketlenmeýän ýakor we ylaýyk güýjeenmede ýakordaky togy ylaýyk bahasyna çenli çäklendirýär.

3.2 Reostat häsiýetnamalarynyň düzüşi we reostatlaryň hasaplamasy.

Goýberilýan togy çäklendirmek üçin ýakoryň zynjyryna reostat girizilýar (1 kWt çenli göni goýberme, 10 kWt çenli 1-2 başgançak, 50 kWt çenli 2-3 başgançak, 250 kWt çenli 3-4 başgançak). Üç reostat bilen birikdirme çatgysy.



Ilki bilen goýberme

$$R = R_{ya} + R_1 + R_2 + R_3$$

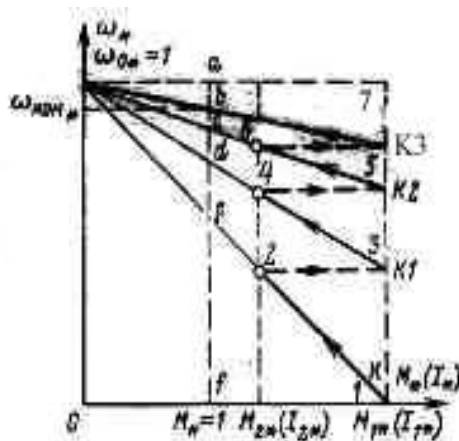
Surat 10

Mehaniki (reostat) häsiýetnamasy

Goýberme 1 nokatdan 2 nokada barýar, K_1 birikdirmek bilen birinji başgançak (R_1) utgaşýar.

Burç tizligi çalt üýtgäp bilmeýär (inersiýalylygy sebäpli) pursat (tok) bolsa ýakoryň induksiýasyny hasap etmesek çalt üýtgäp bilýär, başgaça M_2 - den M_1 pursatly ösýär, şonuň

üçin täze häsiýetnama geçmeklik obsisanyň parallel okunyň 2-3 çyzygy boýunça amala aşyrylýar, $M_2(I_2)$



Surat 11

Mehanizmden takmynan (10-20)% başgançak sanyna baglylykda çyzgydan saýlanylýar.

Ýörediji nokatda adaty pursat we tizlik bilen işleýär. Garşylyklaryň hasaplamasy: af

bölek $R_{yl} = U_{yl} / I$

gelýär gabat, $ab = R_{ya}$,

$$ae = R_{ya} + R_1 + R_2 + R_3$$

ýa-da reostatyň bölümleri

$$R_1 = de, R_2 = cd, R_3 = bc$$

ae, ad, ac, ab - reostatyň aýratyn başgançaklary.

3.3 Garşylygyň derňeme hasaplamasy

1. Birinji basgançagyň garşylygy - $r_1 = R_{ya} + R_1 + R_2 + R_3 = U_{yl} / I_1$

2. Ikinji basgançagyň garşylygy - $r_2 = R_{ya} + R_2 + R_3 = r_1 / \lambda$

3. Üçünji basgançagyň garşylygy - $r_3 = R_{ya} + R_3 = r_1 / \lambda^2$

$$\lambda = I_1 / I_2; \quad I_2 = I_1 \sqrt{R_{ya} I_1 / U_{yl}} \quad (26)$$

şeydip gaýta ulaşdyryjy togy kesgitlemek mümkin

z- basgançak sany

Bölümleriň garşylygy: $R_2 = r_2 - r_3$; $R_1 = r_1 - r_2$; $R_3 = r_3 - R_{ya}$

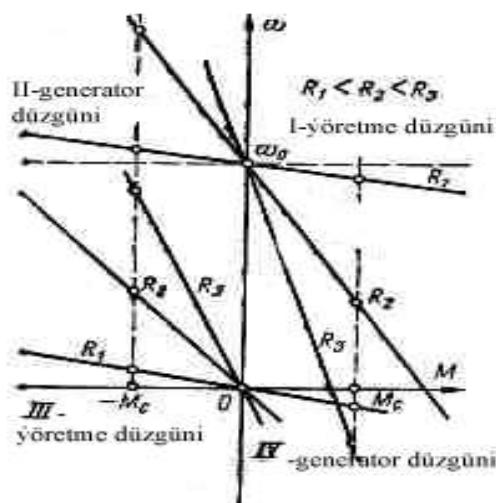
3.4 Duruzma düzgünli bagly däl oýandyrmaly hemişelik toguň ýöredijisiniň mehaniki häsiýetnamasy

Öň biz ýöredijili güzgünli HTY mehaniki häsiýetnamasyna seretdik, olar 1- dörtburçlukda ýerleşen. Tejribede ýöredijini çalt we dogry duruzmak, hereketiň ugruny üýtgetmek meselesi düş gelýär, we eger bu köp geçýän bolsa onda oňa mehanizmiň öndürýijiligi we işläp çykarlan önümiň hili baglydyr. Suratda generator elektrik duruzmasynyň mehaniki häsiýetnamasy getirilen.

Generator elektrik duruz-masynyň aşakdaky ýagdaýlary bar:

1. Energiýäny tora bermek bilen durmak (daýtadan berip duruzma (rekuperatiw)).
2. Dinamiki duruzma.
3. Garşylykly birikdirmeli duruzma.

Her bir duruzma düzgüni generatorly bolup durýar, sebäbi ol elektrik energiýa öwürlip okdan maşyna baryär, we, ýa tora berilýär, ýa-da aktiw garşylygy bar bolan ýakor zynjyrynyň elementlerini gyzdymaga harçlanýar, we daşky giňişlige ýaýraýar.



Surat 12

I. Energiýany tora bermek bilen duruzma haçanda $\omega > \omega_0$ we $E > U$ bolanda amala aşyrylýar, bu transport we göteriji mehanizmleriň ýüki düşürende ýöretmesinde mümkin.

Bu düzgün tygşytly, sebäbi energiýa tora berilýär (ýöredijiniň ýitgisinden başgasy)

$$I = (U - E) / R = -(E - U) / R$$

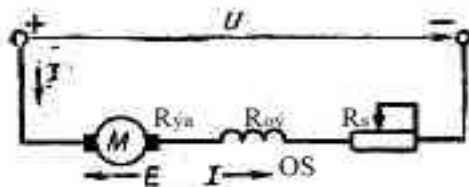
Tok we pursat alamatyny ýütgedýär.

$$M_d = -kFI, \quad \omega = U/\zeta + M_d R / \zeta^2 \quad (27)$$

M_d - duruzma pursaty.

Rekuperatiw duruzmadyky mehaniki häsiýetnamanyň deňlemesi II-dörtburçlukda. ω bilen ýüküň duruzmasy (düşmegi) ýöredijiniň tizliginden biraz haýal gesýär, haçanda $M_s = -M_d$. Ýakor zynjyrynyň garşylygy näçe uly boldugyça şonça-da rekuperatiw duruzmada burç tizligi uly;

2. Dinamiki duruzma ýöredijiniň ýakoryny tordan öçürilende we onuň R rezistora utgaşmasynda bolup geçýär, Oýandyрма sargysy (OS) birikdirilen ýagdaýda galýar. Okuň mehaniki energiýasy kinetik görnüşde artdurylýar elektrik energiýa öwürlip, ol tora berilmeýär, we ýakoryň zynjyrynyň garşylygynda ýylylyk hökmünde çykýar.



Surat 13

E ýörediji düzgünindäki ýaly alamatyny saklaýar, ýöne $U = 0$, onda $I = -E/R$, tok we pursat alamatyny üýtgedýär $-M_d = \zeta I$, onda $F = \text{const}$ bolanda

$$\omega = M_d R / \zeta^2 \quad (28)$$

mehaniki hasiýetnamanyň deňlemesi II-dörtbürçlykda ýerleşýär. Bu duruzma bilen ýöredijini duruzmak bolýar, ýüki düşürmekde reaktiw pirsatda we ýöredijini tordan öçürmekde giňden ulanylýar. Uly garşylyklarda gatylyk kiçelýär. Dinamiki duruzma ters hereket edýän ýöretmelerde has köp ulanylýar.

3.5 Garşylyk birikdirmeli duruzma

a) mümkin haçanda ýörediji aýlanmanyň bir ugry üçin birikdirilen bolsa ýöredijiniň ýakory daşku pursatyň ýa-da enersiýa güýjiniň täsiri astynda başga ugra aýlanýan bolsa, onda ol haçan-da göterma birikdirilen bolsa, agyr ýüküň pursady bolsa, düşürmek üçin aýlanmaga mejbur edýän bolsa, göterijiniň ýöretmesinde bolup geçýär.

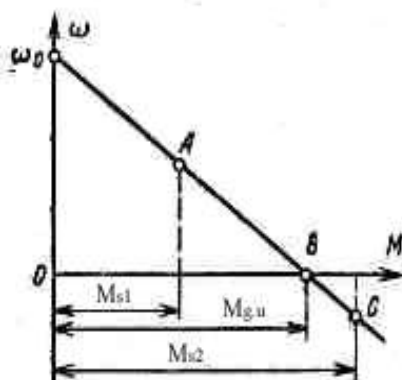
Bu ýagdaýda häsiýetnama A -nokat $M_{s1} < M_{g.u.}$

ýükiň götermesi gidýär bu ýagdaýda $I = U - E/R$ ugry $\rightarrow U \quad E \leftarrow \rightarrow I$;

B- nokat ulalanda $M_s = M_{g.u.}$

$\omega = 0$; $E = 0$, $I = U/R = I_{g.u.}$ ýörediji hereketsiz ugry $\rightarrow U \rightarrow I \quad E = 0$;

C-nokat, haçan $M_{s1} > M_{g.u.}$ (agyr ýük) ýörediji garşylykly ugra çaltlandyryýa, we haçan-da $M_{s2} = M_{yör.}$ ýüküň hemişelik tizlik bilen düşmegi bolup geçýär, sebäbi ýöredijiniň ýakory garşylykly tarapa aýlanýar, E ugry üýtgeýär, $I = U + E/R$, ýöredijiniň togy we pursady ulalýar, ony çaklendirmek üçin ýakor zynjyryna reostat birikdirýärler, ugry : $\rightarrow U \rightarrow I \rightarrow E$. Bu ýerde ýöredijiniň EHG-si tor bilen ýlalaşykly we yzygider ugrukdurulan.



Surat 14

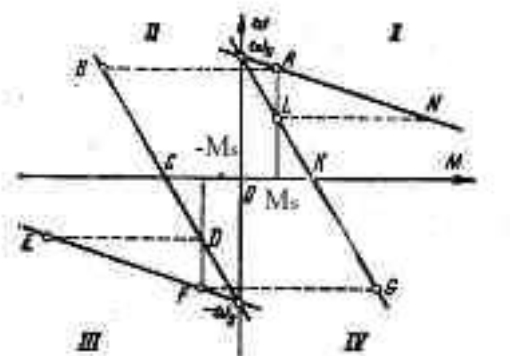
Ýöredijiden işläp çykarylýan E we tordan peýdalanylýan energiýa (U), ýakoryň zynjyryndaky garşylykda ýylylyk hökmünde çykýar, şonuň üçin garşylykly birikdirmeli duruzma tygşytly däl, energiýanyň uly çykdaýjysyny talap edýär.

b) garşylykly birikdirmeli duruzmanyň ikinji usuly.

Ýakorda ýa-da OS guýjenmäniň polýarlugunyň üýtgemegi bilen (düzgün bolşy ýaly $L_{ya} < L_{os}$ we geçiş prosesi uzaga çekenok) ýöredijiniň ters aýlanmagy ýa-da tiz durmagy üçin gaýta ulaşdyrýarlar.

U polýarlygynyň üýtgemegi bilen toguň güýjenmesi A nokatda adaty R tordan öçýär we ýörediji durýar, garşylykly ýagdaýda ol ters tarapa öwrülýär we ω_2 bilen aýlanýar, soňra (reostatyň garşylygyny öçürmek bilen) F nokatdaky kadaly häsiýetnamasyna öwrülýär Ters gaýta ulaşdyrmada garşybirikdirme düzgünine, LMK-dan kadaly häsiýetnamasyna geçýäris.

Garşybirikdirmeli duruzmany ýöredijiniň işe goýberijisiniň duruzmasyny ters ugur bilen ýeketak prosese berýän, we wagtda utuş gazanýan rewersiýw ýöretmeler üçin gazanýan rewersiýw ýöretmeler üçin ulanmak maksadalaýykdyr (hatda dinamiki duruzma ulanylça-da).



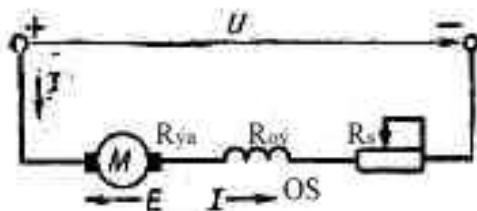
Surat 15

3.6 Yzygider oýandymaly hemişelik toguň ýöredijisiniň (HTY) mehaniki häsiýetnamasy

Elektromehanik häsiýetnama-nyň deňlemesi:

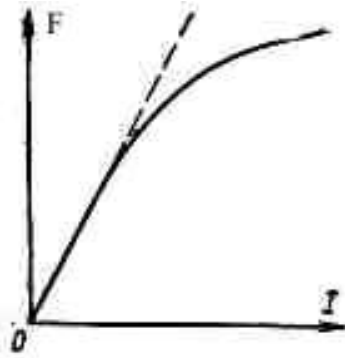
$$\omega = (U - IR) / KF, \text{ bu ýerde } R = R_{ya} + R_{oy} + R_s$$

Bagly däl oýandymaly HTY tapawutlylykda F I ýakoryň togunyň funksiýasy bolup durýar.



Surat 16

Egri maşynyň magnitlenmesi, takyk baglanşygy $F = f(I)$ belli däl. Eger sistemanyň doýmasyny hasaba almasak, başgaça maşyň doýmadyk we göniçyzykly baglanşygy (punktir) kabul etsek, onda $F = \alpha I$ hasap edip bolýar, ýöredijiniň pursady $M = KFI = \alpha k I^2$, onda mehaniki häsiýetnamanyň deňlemesi



Surat 17

$$\omega = \frac{U}{\alpha k I} - \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\alpha k}} \frac{R}{\alpha k I} = \frac{U}{\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\alpha k}}} \alpha_k - \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\alpha k}} \frac{R}{\alpha k \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\alpha k}}} = \frac{U}{\sqrt{M}} \frac{\sqrt{\alpha k}}{\sqrt{\alpha k}} - \frac{R}{\alpha k} = \frac{A}{\sqrt{M}} - B, \quad (29)$$

bu ýerde

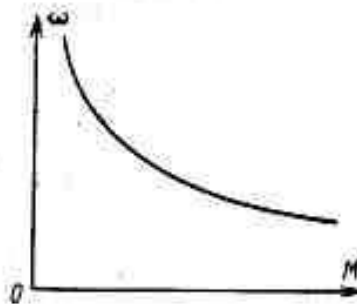
$$A = \frac{U}{\sqrt{\alpha k}}, \quad B = R/\alpha k \quad (30)$$

Bu giperbola, ordinata oky osimptota bolýar. Häsiýetnamasynyň aýratynlygy: kiçi M-de magnit akymynyň kiçi I-de kiçelýänligi üçin uly tizlik bolýar,

$$\omega_0 = U/kF; \quad F \rightarrow 0 \text{ bolanda } \omega_0 \rightarrow \infty$$

Hasaplamalarda (1) deňlemäni ulanyp bolanok, sebäbi doýgun däl sistemaly maşynlar gurmaýarlar, şonuň üçin häsiýetnamasynyň gurulşyny katalog uniwersal häsiýetnama esasynda degişli birliklerde grafoanaletik usulda ýoredýärler.

$$\omega^* = \omega / \omega_{yl} \quad M^* = M / M_{yl} \quad I^* = I / I_{yl}$$



Surat 18

bu ýerde

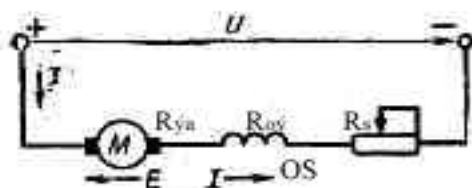
$$\begin{aligned} R^* &= (R_g + R_r) / R_{yl} \\ R_g^* &= (R_{ya} + R_{oy}) / R_{yl} \\ R_{yl} &= U_{yl} / I_{yl} \end{aligned} \quad (31)$$

I^* erkin bahalary bermek bilen adaty häsiýetnamada ω_e tapýarlar, soňra (31) formuladan kesgitlenen R^* üçin ω_r^* - kesgitleýärler.

Bu ýerde iki duruzma düzgüni mümkin: garşylykly birikdirmeli we dinamiki. Duruzma rekuperatiw bolup bilmez, sebäbi ýöredijiniň EHG-si U tordan uly bolup bilenok.

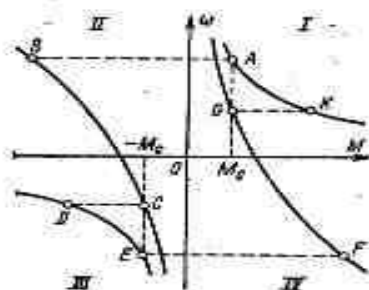
1. Garşylykly birikmeli duruzmada togy çaklendirmek üçin ýakoryň zynjyryna goşmaça rezistor girizilýär. Şeýle hem bagly däl duruzmaly HTY garşylykly birikdirmeli duruzma iki usul bilen amala aşyrylýar.

Polýarlyk diňe ýakoryň sargysynda üýtgeýär.



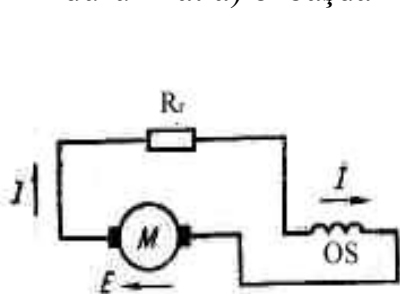
Surat 20

Häsiyetnamasy

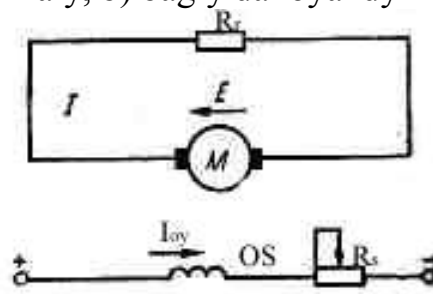


Surat 21

2. Dinamiki duruzma: a) özbaşdak oýandyrmaly, b) bagly däl oýandyrmaly.

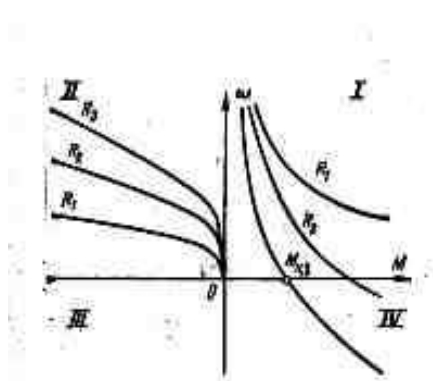


Surat 22
Özbaşdak oýandyrmaly

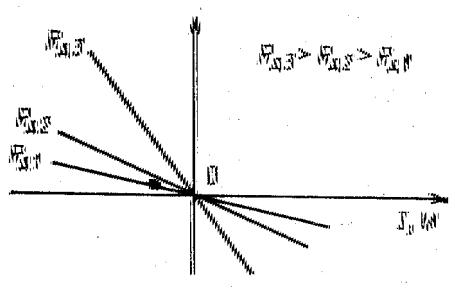


Surat 23

Bagly däl oýandymaly



Surat 24



Surat 25

Özbaşdak oýandyrmaly duruzmada ýakoryň sargysy we oýandyрма tordan öçýar we R_r utgaşýar. Bu ýerde maşyn magnitsizlenmez ýaly gaýta ulaşdyrmany I_0 ugry üýtgemän, I_{ya} ugry üýtgär ýaly etmeli. Bu ýagdaýda maşyn özbaşdakoýanyar we duruzma pursatyny döredýär. Hususanda duruzma pursaty magnitizmiň galyndysynyň bolmagynyň netijesinde, nula ýakyn tizlikde hem dorap bilýär.

Bu ýerde başda has uly agramlarda mehanizmde işlenmeýän urga getirýan, duruzma pursatynda belli bir derejede bökme döredýän intensiw özbaşdak oýanmalar bolup bilýär, şonuň üçin duruzmanyň bu görnüşi köp ulanylmaýar.

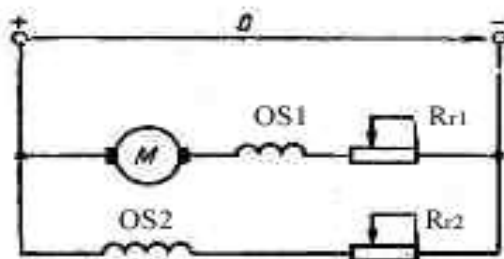
Köplenç bagly däl oýandyrmaly dinamiki duruzma ulanylýar, OS Rr üsti bilen birikdirilip, togy kadaly bahasyna ýetirýänça çaklendirýär.

Bu ýerde ýörediji bagly däl oýandymaly HTY ýaly işleýär we häsiýetnamasy gönişyzykly.

3.8 HTÝ-iň garyşyk oýandynmasynyň mehaniki häsiýetnamasy

Onuň iki sarymy bar, garaşsyz we yzgider oýandyrmaly HTÝ bilen şonuň üçin mehaniki häsiýetnamasy aralyk ýagdaýyny eýeleýär.

Häsiýetnamalary gurmak üçin garyşyk häsiýetnamalary ulanylýar, olar kataloglarda berilýär, sebäbi yzgider oýandyрма üçin analitiki aňlatmasy ýok. (sebäbi yzgider oýandyрма üçin $F=f(t)$ aňlatmasy ýok).



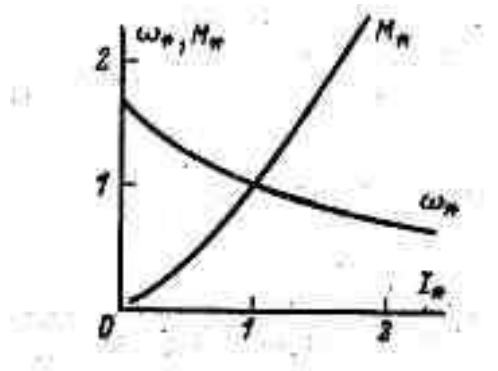
Surat 26

HTÝ -ň yzgider oýandyrmasyndan aýratynlykda ω_0 ahyrky bahasy bar.

$\omega_0 = U/KF_0$; F_0 – garaşly-bolmadyn sarymyň oýandyrmasyň döredýän magnit akymy.

Duruzyjy ýagdaýyň üç görnüşi bar:

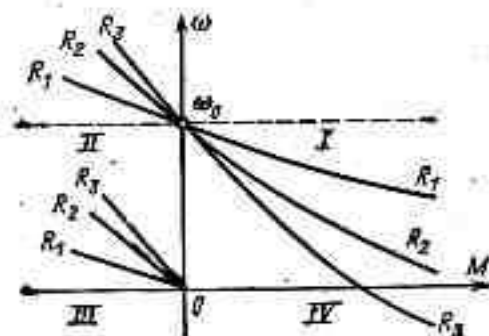
1. Energiýaň tora berilmegi bilen.
2. Dinamiki
3. Garşybirikdirme



Surat 27

(1) we (2) ýagdaýda sarym yzgiderligi şuntlanýar we onuň häsiýetnamasy garaşly bolmadyk oýandyrmaly ýöretmäniňki ýaly bolýar.

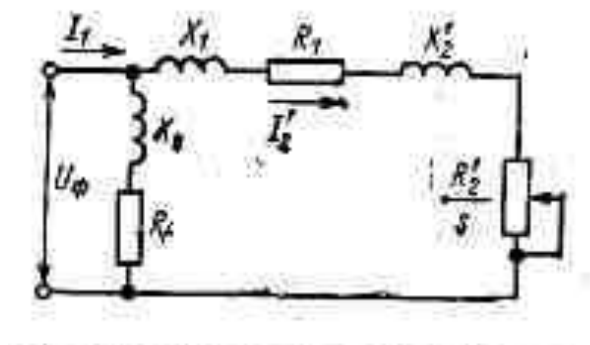
(3) ýagdaýda häsiýetnama çyzyklaýyn däl, sebäbi saryma çatylan.



Surat 28

4. Asinhron ýördijiniň mehaniki häsiýetnamasy

AY - özüniň ýönekeýligi we berkligi, kollektorsyzlygy, arzan we hemişelik togunda has aňsat hereket edýändigini bilen senagatda has köp ýaýran. Mehaniki häsiýetnamasynyň denlemesini almak üçin şu çatgydan peýdalanýarlar.



Surat 29

U - elektrik toruň faza güýjenmesi

I_1 - statoryň faza togy

I_2' - rotoryň getirilen togy

R_0, X_0 - sarym konturyň aktiw we reaktiw garşylygy

R_1, X_1 - statoryň induktiw we aktiw garşylygy

R_2', X_2' - rotoryň getirilen induktiw we aktiw garşylygy

$S = n_0 - n / n_0 = \omega_0 - \omega / \omega_0$ hereketlendirijiň sürtilmesi

ω - rotoryň tizligi, ω_0 - statoryň meýdanynyň tizligi,

$\omega_0 = 2\pi f / p$, $\omega = \pi n_0 / 30$ (32)

f - elektrik toryndaky tok ýygylgy, P – jübit polýuslaň sany.

Çatgydan ikilenç togy

$$I_2' = \frac{U}{\sqrt{(R_1 + R_2' / S)^2 + (x_1 + x_2')^2}} \quad (33)$$

AY pursaty ýitgiň deňlemesinden tapylýar

$M\omega_0 S = 3(I_2')^2 R_2'$ bu ýerden

$M = 3(I_2')^2 R_2' / \omega_0 S$

Pursatyň deňlemesine I_2' goýsan

$$M = \frac{3U^2 R_2'}{\omega_0 S [(R_1 + R_2' / S)^2 + (X_1 + X_2')^2]} \quad (34)$$

$M = f(s)$ egraň iki maksimumy bar: biri ýöretmede beýlekisi generatorda (iň ýokary maksimum rotor zynjyrynyň ýagdaýynyň belli garşylygynda).

Kritiki sürtilmede maksimal garşylyk S_k .

$$\frac{dM}{dS} = 0 \quad \text{bu ýerden} \quad S_k = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (35)$$

Ýerine goýanymyzdan soň alýas:

M_k – ýöredijiniň maksimal kritiki pursaty

Bu ýerde bellemegimiz zerur.

a) (1) görnüşi ýaly, $M=U^2$, şonuň üçin AY elektrik torunyň güýjimesiniň yrgyldylaryna duýgyr.

b) S_k we ω_0 , U bagly däl

Egerde statoryň aktiw garşylygyny gaýgyrmasan.
bu ýerde

$$M = \frac{2M_k}{S/S_k + S_k/S} \quad (36)$$

$$S_k = \pm R_2' / X_k \quad (37)$$

$$X_k = X_1 + X_2'$$

$$S_k = S_{y1}(\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1}), \quad \lambda = M_k / M_{y1} \quad (38)$$

- + - hereketlendirijiň ýagdaýy ýa-da saklanmanyň garşy täsir etmesi;
- - generator ýagaý (energiýany gaýtadan berip duruzma)

S - 2-den + 2 çenli bahalary berip mehaniki häsiýetnamasyny guraly
 S_k – ýöredijide we generatorda birmeň
 $M_{kg} > M_{ky}$

Nokatlaryň häsiýetnamasy: $S = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} \quad (39)$

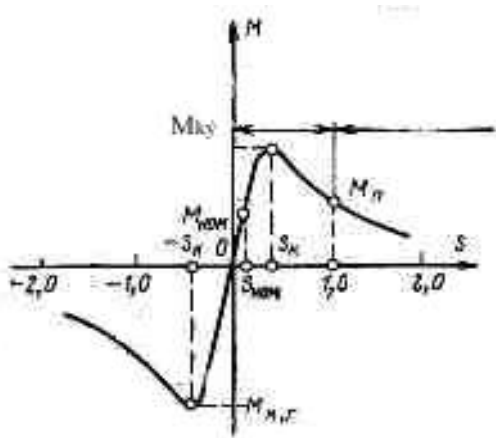
1. $S=0$, $M=0$ şeýle hem $\omega = \omega_0$

ω_0 - sinhronlaşýan tizlik

2. $S = S_{y1}$ $M = M_{y1}$ şeýlelikde

$\omega = \omega_{y1}$, $\omega = \omega_0(1-S)$

3. $S = S_k$ $M = M_{kg}$ ýöredijiň ýagdaýyndaky maksimal pursat.

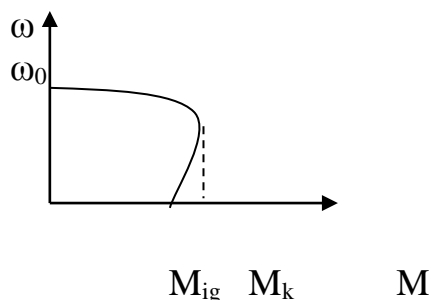


Surat 30

4. $S = -S_k$, $M = M_{kg}$ elektrik tory bilen paralel bolan generator ýagdaýynyň maksimal pursady

5. $S=1$, $M=M_{ig}$, $w=0$ şeýlelikde, başlangyç işe goýberliş pursaty $M=f(w)$ häsiýetnamasynyň gurluşy S_i 0-dan 1 – çenli alyp tapýas M we ω

S	0	S_k	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
w												
M												



Surat 31

Bellik: İn ýokary (maksimal) pursadyň esseligi $\lambda = \frac{M_k}{M_{yl}}$ (40)

düzli rotorly ýöredijilerde 1,8 pes däl; gusga utgaşdyrylan rotorda 1,7 pes däl.

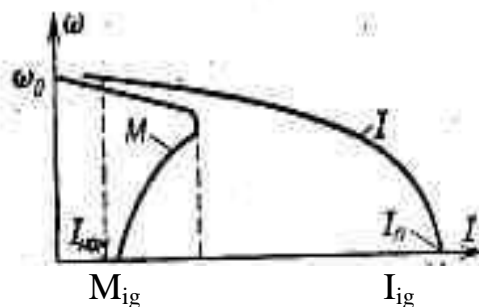
Ýük göterip –düşiriji gurulmanyň (kran) ýöredijisinde ol ýokary $\lambda = 2,3 \div 3,4$

Tegelek jaýrykly normal ýerine ýetirýän gysga utgaşdyrylan rotorly Asinhron ýörediji getirilen

$w=f(M)$ we $w=f(I)$

Bu erden görnüşi ýaly işe goýberliş tok uly, işe göýberliş pursat kiçi

$$K_{ig} = M_{ig} / M_{yl} = 1 \div 1,8 \quad K_i = I_{ig} / I_{yl} = 5 \div 7$$

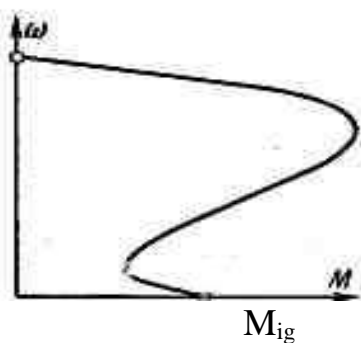


Surat 32

Ýöredijiniň pursadynyň we stator togynyň arasyndaky göni baglanşygynyň ýoklygy, ýöredijiniň –magnit akymynyň we işe goýberilişde ikilenç zynjyryň pursat koefisiýenti belli peselmesi bilen düşündirilýär.

Başlangyç işe goýberliş pursadynyň ýokarlan magy üçin we işe goýberliş togyň peselmegi üçin ýorite konturly gysga utgaşdyrylan asinhron ýörediji ulanylýar.

Bu ýöredijileriň rotor garşylyklary işe goýberliş döwri, ahyrky tizlige garaňda has uly, üstki effektiw netijesinde, uly typmalarda rotordaky tok ýygylgynyň ululygy.



Surat 33

4.1 İşe goýbereliş we asinhron ýöredijiniň ters aýlanysy

1. Ters aýlanma – güýjenmäniň aýlanmasynyň üýtgemegi faza çalyşma tertibini üýtgemisi b/n amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda meýdan statorynyň güýjenmesiniň aýlanmasy ulanylýar.

2. Gysga utgaşdyrylan rotor b/n AY işe goýberilşi öňde görkezişimiz ýaly doly U işe goýbermek

$$I_{ig} = (5 \div 7) I_{yl}$$

we işe goýberilen pursady (momenti) çaklendirmek

$$M_{ig} = (1 \div 1,8) M_{yl}$$

Yörite ýöredijiler ýagny I_{ig} –den $(3 \div 5) I_{yl}$ çenli kiçeldip

$M_{ig} = (1,5 \div 2,5) M_{yl}$ iki ululygly gözenegi ýa-da rotoryň çunlandyrylan uagdaýy ulaldýar.

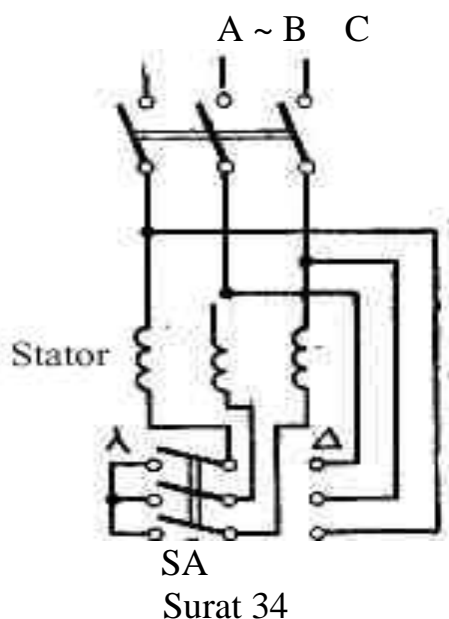
a). Ýyladyzly üçburçlyk çatylan stator sarymynyň çatyly şynyň işe goýberilişi.

Sular ýoly işe goýberişler, ýagny ýörediji $V=220/380$ V ýerine ýetirilyän we zawotdan çykarulýan elektrik torý 220 V güýjenmäni özünde saklaýan bolsa ulanylýar.

Elektrotehnikadan

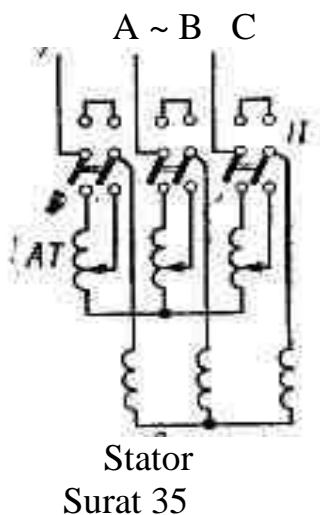
$$I_{\lambda} / I_{\Delta} = 1/3$$

Ýyldyz wagtynda tok we pursat üç esse kiçelýär.



b) Aftotransformator bilen işe goýberliş.

Işe goýberlişde SA açyk ýagdaýda ýerleşýär, AT elektron torna çatylan we AY AT kebsirlemelerine çatulýar, ýagny pesellen (V) güýjenme. Haçanda ýöredijiň aýlaw tizligi ahyrky baha ýakyn bolanda, SA ýokarky ýagdaýa çatylýar şeýlelikde AT elektron torýndan aýrylýar.



Aftotransformator işe goýberlişde

$$I_{ig}' = \alpha I_{ig}, \quad M_{ig}' = \alpha^2 M_{ig}$$

$$\alpha = U'/U_{yl}; \text{ ýagny } I_{ig} \text{ we } M_{ig}$$

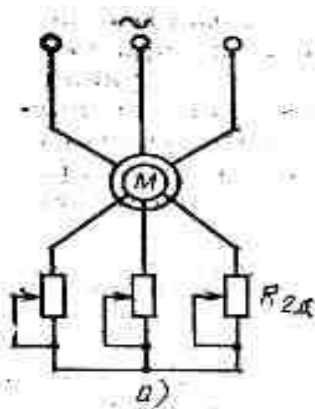
berlen güýjenmäň kwadratyna kiçelýär.

U' - güýjenme, I_{ig}' , M_{ig}' - peseldilen güýjenmede peseldilen

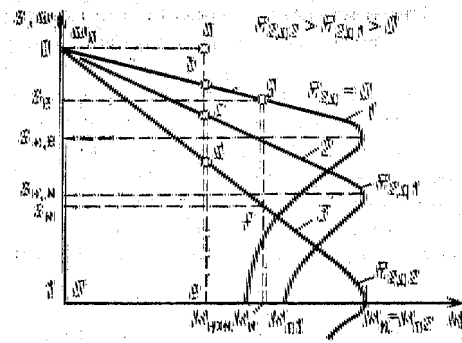
M_{ig} , I_{ig} - doly güýjenmede

Statoryň zynjylynda simmetriki garşylyklar bilen işe goýberme

Ilki SA_1 çatylýar, SA_2 bolsa aýrylan, iş tizligine ýetilenden soň SA_2 gysga utgaşýar we AY doly güýjenmä çatylýar



Surat 36



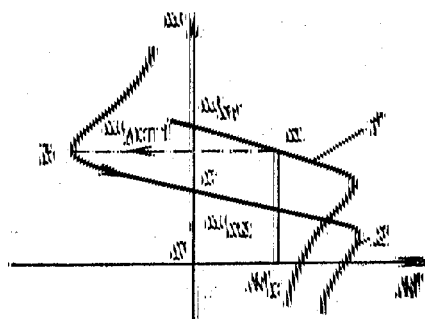
Surat 37

3. Fazaly rotorly Asinhron ýoredijiniň iş goýbernişi rotoryň zynjyryna çatylan reostatyň kömegi bilen edilýar, onuň ululyary häsiýetnamaň görnüşine we iş gaýberliş pursadyň ululygyna täsir edýär.

4.2 Asinhron ýöredijiniň duruzma düzgüni

1. Energiýany tora bermek bilen duruzma.

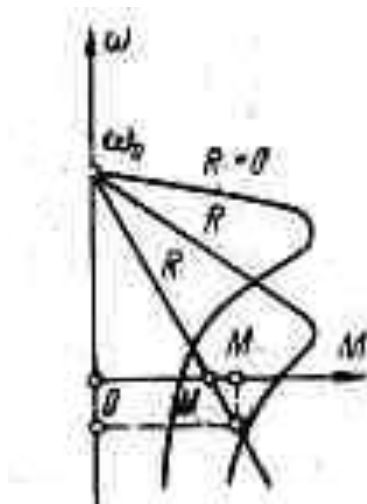
Ýagny $\omega > \omega_0$ agry ýüküň hasabyna ýyly üýkyň nyün (ekskwator galdyryjylar)



Surat 38

2. Duruzylan garşylykly birikdirme iş köplenç praktikalarda ulanylýar mümkin $M_e > M_n$ we R_p rotoryň zynjyryna baglanmagy

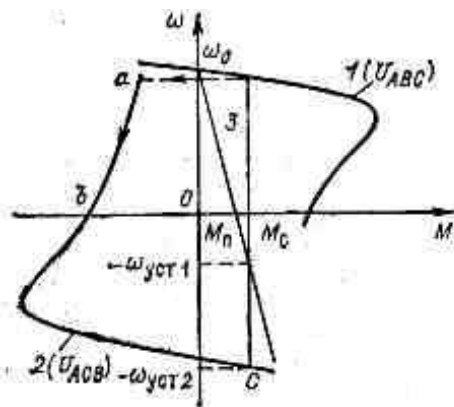
R_{pz} häsiýetnamasynda durnukly iş w_{dur} , R_{p1} häsiýetnamasynda bolsa durnukly üpjün edilmeýar, ýagny ol gönüçyzykşyz bölekde işleýär.



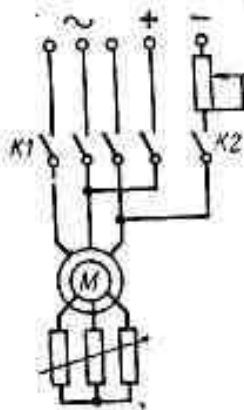
Duruzulan garşylykly birikdirme iki fazasynyň statoryň sarymlarynyň çatylmagy bilen alyp bolup ol ters herekete getirýär. Rotoryň zynjyryna R_p çatylýar, bu ýagdaý rotor statoryň meýdanynyň güýjenmesiniň garşysyna aýlanyp ol kem-kemden haýallaýar. $\omega = 0$ ýagdaýda ýöredijini elektrik torundan ösürmek gerekdir.

3. Dinamiki duruzma – statoryň sarymy üýtgeýän togiň torundan öçürilýär we hemişelik togyň toruna çatylýar, rotoryň sarymy daşky rezistora utgaşyar (K1 öşürilýär; K2- işledilýär). Statoryň sorymy hereketsiz meýdana eýe bolup, esasy tolkun induksiýanyň sinusoidal bolünmegini berýär. Rotor aýlanmasynda üýtgeýän tok ýüze çykaryp, statora görä hereketsiz meýdany emele getirýär. Statoryň meýdan bilen rotordaky toguň täsiri duruzylan rursady emele getirýär.

$$M_{\max} = V^2 R_{r2} > R_{r1}, \quad R_r - \text{ulalmagy bilen } S_k \text{ ulal'yar}$$

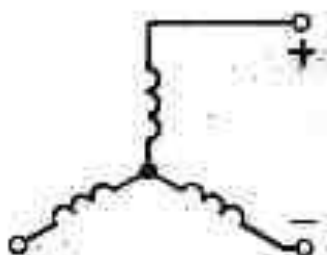


Surat 40

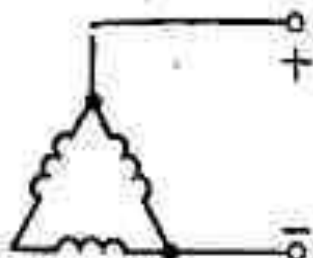


Surat 41

Statory sarymlarynyň çatylşynyň çatgysy has köpulanýlýar

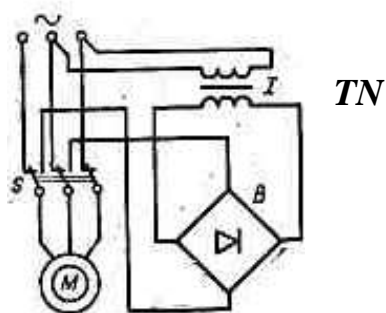


Surat 42



Surat 43

Ýa-da ýarymgeçiriji göneldijiden bolup statoryň energiýa çeşmesi bilen ulanylýar
Praktikada ters çatylma duruzmasy köpulanýlýar, haçanda ters hereketi ýa-da dinamiki duruzmany amala aşyrmak talap edilende 1-surat, we ters hereket talar edilmände 2-surat (ters hereket – rewers)

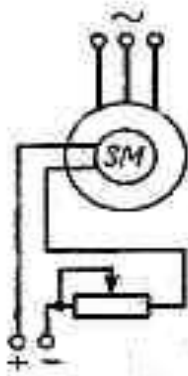


Surat 44

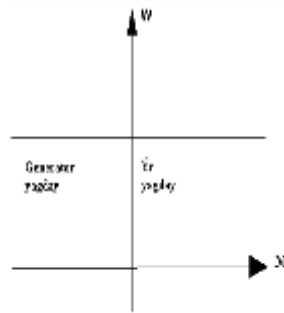
5 (SÝ) Sinhron ýöredijiniň mehaniki we burç häsiýetnamasy

Sinhron ýöredijiler hemişelik tizlikde we tizlik sazlaýjylary gerek bolmadyk ýerinde ulanylýar (kompessorlar, sowadyjy enjamlar we ş.m.)

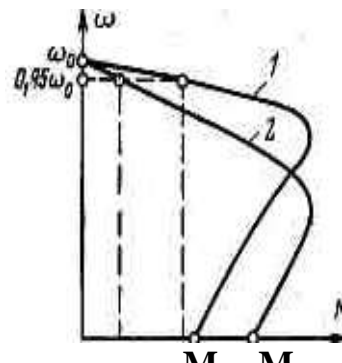
Sinhron ýöredijileriň artykmaçlygy. Ýokary kuwwatlarda işläp bilijilik mümkinçiligi, şonuň üçin hem giňden peýdalanylýar.



Surat 45



Surat 46

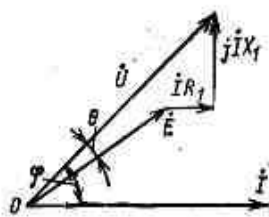


Surat 47

$\omega = 2\pi f_1 / P$ Eger-de ýükiň pursaty $> M_{\max}$, onda ýörediji sinhronlaşmadan çykmagy mümkin we $\omega = f(M)$ bozulmagy mümkin. Sinhron ýöredijiniň işe goýberilişi Asinhron ýöredijiniňki ýaly, şonuň üçin rotorda sinhron ýöredijide I-const energiýa alýan normal sarymdan başga-da ýörite işe goýberilýän gysga utgaşdyran sarymy bar, şeýlelikde sinhron ýöredijiniň häsiýetnamasy işe goýberilende Asinhron ýöredijiniňki ýaly. 1 häsiýetnamada sinhronlaşma işe goýberiliş pursat kiçi bolanda m_{n1} giriş pursat uly M_{ig1} ($\omega=0,95 \omega_0$ ýa-da $\omega=0,95 \omega_0$ bolanda) 2-njide bolsa M_{b2} kiçi, M_{ig2} uly, şonuň üçin 1 we 2 öz gerekli mehanizmlaryna ulanylýar (M_s dürli). $\omega=0,95 \omega_0$ ýetilende rotoryň adaty sarymyna hemişelik tok berilýär we sinhron ýörediji sinhronlaşma çekilýär.

Ýüklenmäniň yrgyldamasynada durnuklaşan düzgünde ýöredijiniň okunda pursat tizliginiň bahasy orta bahasynyň töwereginde togtayar. Bu yrgyldylar U we E arasyndaky burç süýşmesiniň üýtgemesi esasynda bolýar, SÝ- Ö bilen bilenýär (elektrik gradusda).

Sinhron ýöredijiniň iş goýulşynyň soraglaryny çözmek üçin burç häsiýetnamasynyň $M=f(\theta)$ deňdigini bilmek hökmany. Şonuň üçin θ , maşynyň netijeleýji meýdan okunuň we polýus okunyň arasyndaky giňişlik burçyna laýyk gelýär



Surat 48

θ -elektron burç

$$\theta_1 = \frac{\theta}{P}$$

P-jibit polýuslaň sany

θ_1 - giňişlik burçy

$U_1 I$ – statoryň togy we güýjenmesi

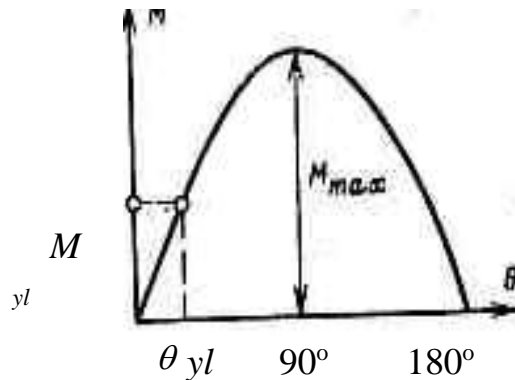
R_1, X_1 – statoryň aktiw we induktiw garşylygy

$$M = M_{\max} \sin \theta \quad M_{\max} = \frac{3}{\omega_0} E I_{gy} \quad (42)$$

$$I_{g.u.} = \frac{U}{X_1} \quad R_1 \approx 0 \text{ kabul edýär} \quad (43)$$

Häsiýetnamadan ştrihlenip (ýükiň ulalmagy bilen θ burç we ýöredijiniň pursady köpeliýär) durnukly işe laýyk gelýär.

$\theta > 90^\circ$ ýöredijiniň durnukly iş şerti bozulýar, sebäbi ýüküň köpelmegi bilen θ ösmeseni dowam edýär, ýöredijiniň pursaty bolsa kiçelýär.



Surat 49

$$M = M_{\text{nom}}, \quad \theta_{\text{nom}} = 30 \div 25^\circ, \text{ üstesine } \lambda = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{yl}}} = 2 \div 2,5, \text{ üöne ýürite } \lambda = 3,5 \div 4,5$$

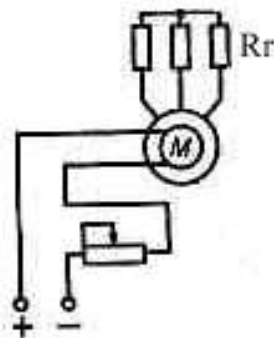
sinhron ýöredijiler bar

Sinhron ýöredijiniň pursady durzulma ýagdaýynda hem işleýýär

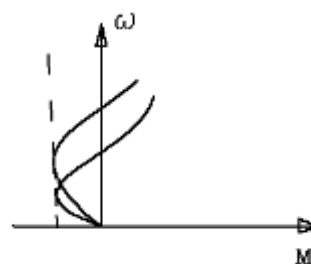
a) Elektron toryna parallel işlemek $\omega = \omega_0$ bolanda

b) Statoryň sarymynyň dinamiki durzulmasy elektron tordan aýrylyýar we duruzma garşylygy utgaşýar, munuň mehaniki häsiýetnamasy Asinhron ýöredijiniň dinamiki durzulmasy ýaly bolýar.

ç) tersçatylma guruzmasy Asinhron ýödişi praktikada ulanylmaýar, sebäbi ol toguň uly ungylany bilen garşylyk görkezýär we dolandyryşy çylşyrymlaşdyrýar



Surat 50



Surat 51

6 Elektroýöretmeleriň burç tizligini sazlamak

Burç tizliginiň ω sazlanşynyň esasy görkezijileri

Senagatda (elektroýöretmeleriň) tehnologiýanyň şertine görä burç tizligini hökmany üýtgetmeli

Tizligiň sazlanşy – elektroýöretmelerde adamlaryň ýa-da awtomatikanyň kömegi bilen tizligiň mejbury üýtgemesi diňe tehnologik prosesiniň talaby bilen bolýar. Muny ýöredijiniň okundaky gyzyrmanyň üýtgemeginde bolýan adaty tizligiň üýtgemesi bilen çalyşmaly däl.

Esasy görkezijiler: 1 sazlaýyş aralygy, 2 ýümşaklyk, 3 tygşytlylyk, 4 durnuklylyk, 5 güýjenme sazlaýjysy (azalma ýa-da köpeme), 6 durli garşylyklardaky goýberilýän ýüklenme
1/ Aralyk sazlaýjysy

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \quad \text{adatç} \quad D \ 2:1, \ 4:1, \ 10:1, \ \text{we ş.m.} \quad (44)$$

Mysal üçin metal bejerýän desgalar üçin $D \ (4:1) \div (100:1)$

Kagyz çykaryjy maşyn $(3:1) \div (20:1)$ we ş.m.

2. Sazlamanyň endiganlygy

Bu iki aňlatmanyň burç tizliginiň gatnaşygy, endiganlygyň koeffisiýenti

$$\varphi_{se} = \frac{\omega_i}{\omega_{i-1}}, \quad i - \text{sazlamanyň itaýa başgançygy}$$

endigan sazlamada $\varphi_{se} \rightarrow 1$, tizlik sany $z \rightarrow \infty$.

Bir başgançakdan beýleki başgançaga geçilende näçe az tizlik bökmesi bolodygyça, sonçada endiganlyk ýokary.

$$D = \varphi_{se}^{z-1} \quad (45)$$

Bu D , Z , φ_{se} arasyndaky baglanşyk.

Gysga utgasma rotorly, iki tizlikli asinhron ýöredijilerde in kiçi endiganlyk

$\varphi_{se}=2$. (φ san üýtgemesi). elektroýöretmeleriň

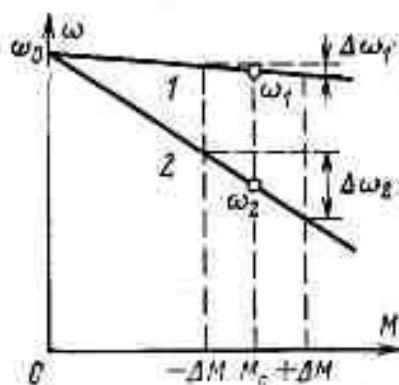
Baglanşyksyz oýandyrmaly HTY-de F ýa-da ýakoryň güýjenmesiniň üýtgemegi bilen sazlamanyň ýokary endiganlygy gazanylýar. Sazlamanyň endiganlygy köplenç önümiň mukdary bilen kesgitlenýär.

3. Sazlamanyň tygşytlylygy elektrikhereketlendirijiniň işletmesi we desga sarp etmesi bilen kesgitlenýär. Tygşytlylyk bahasynda hökmany göz önünde tutmaly ýokary geçirijilik, P.T.K., berilik, kuwwat ýitgisi, $\cos\varphi$. Köp ýöredijiler üçin $\cos\varphi_{yl}=0,8 \div 0,9$ kuwwatyň ω , we gyzdrylma artmagy bilen– $\cos\varphi$ ösýär.

4. Burç tizligiň durnuklylygy häsiýetnamasynyň berkligi β bilen häsiýetlanýär, berklik ýokary boldugyça, ω durnuklylyk hem ýokary.

5. Tizligi sazlamanyň ugry. esasy tizligine gatnaşygyna görä ulalýar ýa-da kiçelýär (hakyky häsiýenamada) we sazlamanyň görnüşine bagly.

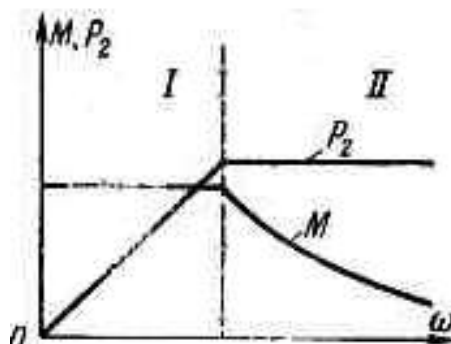
6. Ýöredijiniň ygtyýar berilen ýüki – bu ýöredijiniň köp wagt ösdürip bilýän pursatyň in uly bahasy, ýöredijiniň gyzmagy bilen kesgitlenýär ω üýtgemegi bilen hemişelik pursatly sazlamanyň I bölümi (göteriji uranlar we ş.m.)



Surat 52

Hemişelik kuwwatly sazlamanyň II bölümi (tokar stanogy, munda hemişe kesiç güýjini saklamaly, çyzykly tizlik, şunlukda çyzykly tizliginiň kesişiniň güýjenmesi) kuwwat hemişeligini berýär.

Doly ýüksizlik ýöredijiniň $\eta \cos\varphi$ ýaramazlaşmagyna getirýär.



Surat 53

Ýgtyýar berlen ýük – kuwwat ýitgisine bagly bolan gyzdrylma derejesinden kesgitlenýär, soňkyly bolsa ýöredijiniň sarp edýan toyna göre kesgitlenýär.

Şonuň üçin ýöredijini durli häsiýetnamalarda doly ulanma şerti ýükli tok hemişeligi bolýar. Bu bolsa hemme burç tizlikde nominala deň, ol bolsa

$$M_m = K F I_{yl}$$

$M_m = \text{const}$ häsiýetnamasynda, ondaky kuwwat $P_2 = M_m \cdot \omega$ göni çyzykly kanun boýunça üýtgeýär. II bölümde kuwwat hemişeligi ýöredijiniň F üýtgemesine ýetýär, bu ýagdaýda $I = \text{const}$ ulalmagy bilen, F hökmany giperbola kanuny boýunça üýtgetmeli

$$\Phi = \frac{U_{yl} - I_{yl} R}{K \omega} = \frac{A}{\omega}, \quad M_m = K F I_{yl} = M_{yl} \omega_{yl} / \omega \quad (46)$$

$$P_{2m} = M \omega = \text{const}$$

6.1 Bagly däl oýandyrma HTÝ ω sazlamak.

Elektromehanik häsiýetnamanyň deňlemesinden $\omega = \frac{U - IR}{KF}$

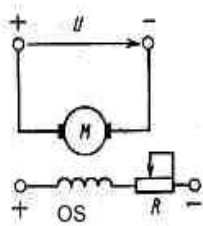
ω - sazlamak

1. Ýöredijiniň F üýtgetmegi bilen (oýandyrma togyny üýtgetmek bilen).
2. Ýöredijiniň ýakorynyň U üýtgetmek bilen.
3. Zynjyryň ýakorlarynyň garşylygyny üýtgetmek bilen.
4. Ýakoryň sargysyny şuntirlemek bilen.

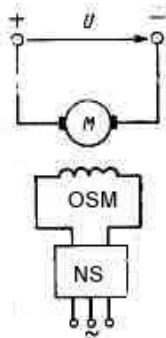
6.2 Oýandyrma toguny – ýöredijiniň magnit akymyny üýtgetmek bilen ω sazlamak.

Kiçi kuwwatly ýöredijiler üçin maşynyň magnit akymyny R ýa-da GS (güýjenmäniň sazlaýjysy) kömegi bilen üýtgedip bolýar.

OS tarapyndan kuwwat ýöredijiniň ähli kuwwatyndan takmynan 2-2,5 % ulanylýar, şonuň üçin burç tizligi $\omega - I_{o\dot{y}}$ – kömegi bilen sazlamak has ýönekeý we tygşytly.



Surat 54



Surat 55

Tizligi sazlamak köplenç esasy tizlikden ýokary, bu ýerde $\omega_0 = U/KF$ – üýtgeýär. Rilşimiz ýaly $F - F_{yl}$ – dan kiçedip bolýär.

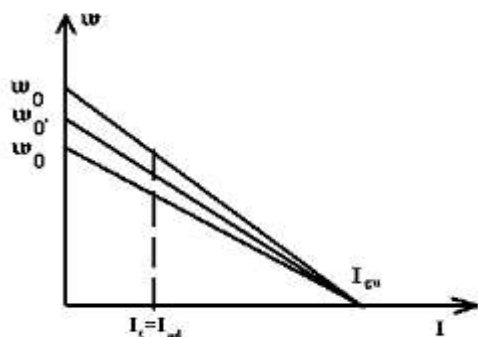
$\omega_0 - F = F_{yl}$ – adaty häsiýetnamada ω_0' , ω_0'' - F bolanda

Ähli elektromekanik häsiýetnamalar bir nohatda kesişýärler

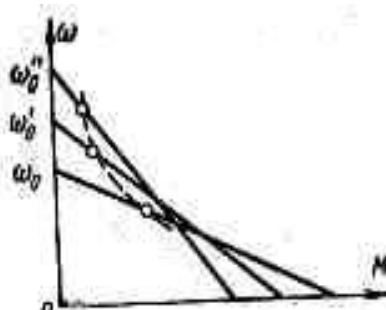
$$I_{g.u} = \frac{U}{R_{ya}}, \omega = 0$$

Mekaniki häsiýetnamalar bir nokatda kesiş meýarler, sebäbi

$M_{g.u} = KI_{g.u} F - F \downarrow M_{g.u}$ bolanda, $\omega_0, \omega_0', \omega_0''$ bolsa elektromekanik häsiýetnamadaky ýaly. Sazlama hemişelik kuwwatda tygşytly.



Surat 56



Surat 57

Adatça $D=2:1, 5:1$ çenli, ýa-da $(8 \div 10)$

Ýakoryň ýakorlandyrlan ω mehaniki berkligi aralyk sazlanmasy we baglaşdyrma şertiniň ýaramazlaşmagy bilen çünlenýär (kollektorda uçgunlamak, $\omega \uparrow, \uparrow E_r = CI \omega$, bolanda, reaktiw EHG E_p ulalýar, baglaşdyrma ýaramazlaşýar).

Sazlamanyň aşadaky aralygy F_{nom} çäklenýär, $I_{o\dot{y}} > I_{yl}$ sarymyň gyzmasy oýanýar. Sazlama endiganlygy ýokaryň, burç tizliginiň durnuklylygyny tebigy we emeli häsiýetnama aralygy saklanýar.

2) ω reostat sazlanmasy.

$R_3 > R_2$ häsiýetnama beriligi çalşylýar.

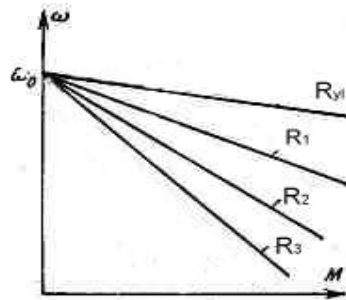
$$M_m = K F_{yl} I_{yl} = M_{yl} = \text{const}$$

$$P_m = M_{yl} \omega, \omega \downarrow, P_m \downarrow \text{ bolanda.}$$

$$D = 2:1$$

D has çuň bolsa, durnuklylyk ondirijiligi peselýär sebäbi ω kemelýär. Bu sazlama diskret (endigan däl sazlama).

3) ω sazlama bilen U ýakory üýtgedýäs.



Surat 58

ω sazlamasy esasy ω aşanda amala aşyrylýar, sebäbi ýakordaky U, U_{nom} goýmak bolanak.

$$M_m = K F_{yl} I_{yl} = M_{yl} = \text{const}$$

$F_{yl} = \text{const}$ (garaşsyň oýandyрма), ω sazlamasy bolsa I_{yl} -da geçirilýär.

Bu ýerde U peselmegi bilen diňe $\omega_0 = \frac{U}{KF}$ üýtgeýär, β (berilen) bolsa hemişelik bolup golýar.

$$U_3 < U_2 < U_1 < U_{ul}$$

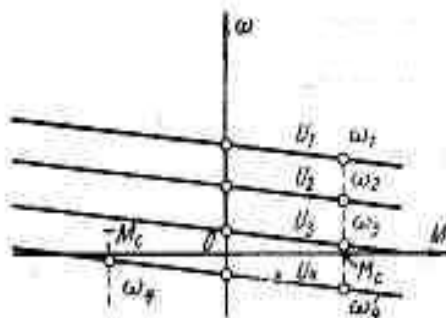
$$D = (8 \div 10):1$$

utgaşdyrylan sistemada

$$D = 1000:1$$

$\varphi_{se} \rightarrow 1$ ýokardy endiganlyk

Bu usul has tygşytly, sebäbi ýakor zynjyrynda güýjenmäň peselmegi ýok, ýöredijiniň η -si, ω peselmegi hasabynda gaçýär. Ýakordaky güýjenme G-Ý, TP-D sistemasynda sazlanyp bilinýär, güýjenmäň impuls sazlaýjysynda hem bolýar.



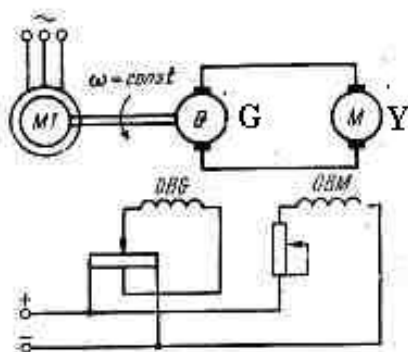
Surat 59

G-hemişelik ω (wir okda) asinhron ýöredijiden getirilýän, G we Ý ýakorlar $E_{yl}=K F_{yl} \omega_g$ bagly Esasy tizlige çenli ω ýörediji EHG üýtgemesi bilen YOS- daky Ib. bilen sazlamýar, şeýlelikde

$f_{yos} = \text{const}$ $I_{oy} \uparrow$, $F_g \uparrow$, $E_g \uparrow$, $\omega_y \uparrow$

ω_{db} esasy tizlikden ýokary bolanda G-Ý sistemada $E_g = \text{const} = E_{gy1}$ öndürülýär, ÝOB-nyň Ib kiçelýär, şeýlelikde F_{yos} kiçelýär. GM artykmaçlygy ýokary berikligi.

sistema G-Ý



Surat 60

G-Ý ýetmezçiligi

1. Energiýa iki esse özgerýär (elektrik enrgiýanyň hemişelik togyndan mehaniki we mehanikiden ýene-de elektrik hemişelik toga sazlanýan güýjenme). ol hem bolsa P.T.K. peselmesine getirýär.

2. Emele getirilen agregatda iki maşynyň kuwwatlylygy D deň (bir az köp, sebäbi maşynda ýitgi bar).

3. Has gabaritly, köp gurluşly, emele gelen agregata fundamentiň hökmanylygy.

4. Ýokary kapital we ekspluatasiýa harçlanmagy.

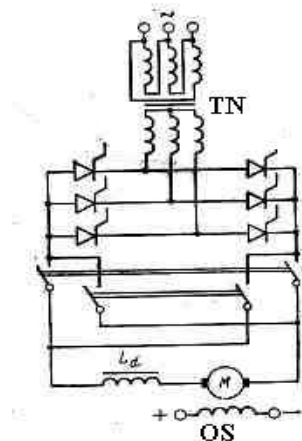
6.3 Burç tizligi ω sazlanşy, HTÝ garaşsyz oýandyрма, ýakoryň güýjenmesini TÖ kömegi bilen üýtgedýäris.

Rewersiwn däl we reostat özgerdiji çatgysy

Ld – tekizleýji drosel

DS α - burçu, tiristoryň ýanma pursatyny üýtgedip, ýöredijidäki göneldilen güýjenmäni sazlap bolýar. Mehaniki häsiýetnama

$$\omega = \frac{U d_0 \cos \alpha}{KF} - \frac{MR}{KF^2} \quad (47)$$



Surat 61

$U_{d0} = \frac{m}{\pi} \sqrt{2} U \sin \frac{\pi}{m}$ göndirilən U –orta bahasy.

$R = X_{tm}/2\pi + R_t + R_l + R_{ya}$, m -göndirijiniñ faza sany.

X_t, R_t – transformatoryñ faza sargyşynyñ aktiw we induktiv garşylyklary.

R – induktiv tegegiñ (drossel) aktiw garşylygy.

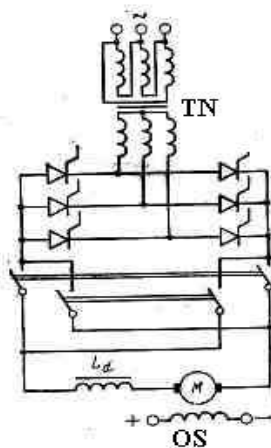
Häsiýetnamasy edil G - Y sistemasyndaky ýaly, ýöne ýakoryñ zynjyryndaky güýjenmaniñ (R_r) peselmesiniñ hasabyna gatylygy az.

Kiçi ýüklenmelerde häsiýetnamanyñ birden ýokarlamagynyñ ýeri bolan, üzülyän toklaryñ düzgünine gelýär.

Bu L_d induktivlikdäki artykmaç enrgiýanyñ mukdarynyñ kiçi ýüklenmelerde azalýanlygy we pursatyñ gelýänligi bilen düşündirilýär.

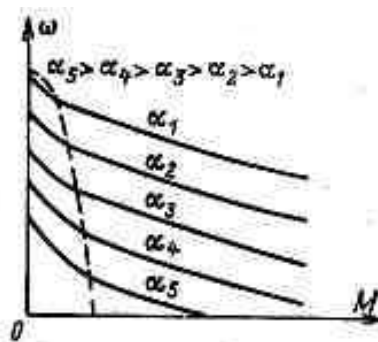
Haçan-da onuñ EHG-si döredilende göndirilən U_d köpelmegine getirýän, tiristorlaryñ anodlaryndaky otrisatel güýjenmelerde togy saklamak üçin öz-özüne induktivlik şeýle hem boş işlemede $\omega \downarrow$ ýeterliksiz bolýar.

Tiristor özgerdijileriñ PTK-dan, wentilleriñ we transformarlaryñ PTK-sy bilen kesgitlenilýär (0,95-0,98 adaty ýüklenmede uly we orta kuwwatyñ transformatoryñ P_{tk} , wentilleriñ R_{tk} -sy olara düşýän güýjenme bilen kesgitlenilýär, ol bir wentil üçin 1-1,2 V düzýär). Şonuñ üçin 50-100 kWt ýöredijiler üçin Tiristor özgerdijiniñ (TÖ) umumy P_{tk} 0,9-0,92 % düzýär, kuwwatyñ ulalmagy bilen P_{tk} ulalýar.



Surat 62

TÖ kuwwat koeffisiýenti $\cos\varphi_{to}=\cos(\alpha + \gamma/2)$, tiristorlaryň birikme burçunyň ulalmagy bilen α birden kiçelýär, bu bolsa onuň esasy ýetmezçiligi bolup durýar.



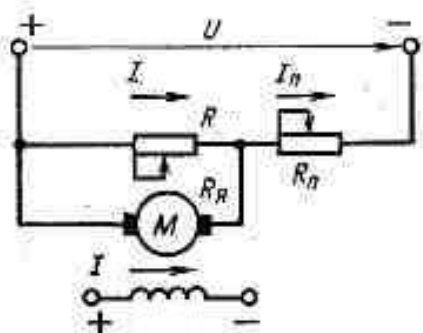
Surat 63

Ýakory şuntirlemekde ω -sazlanylşy

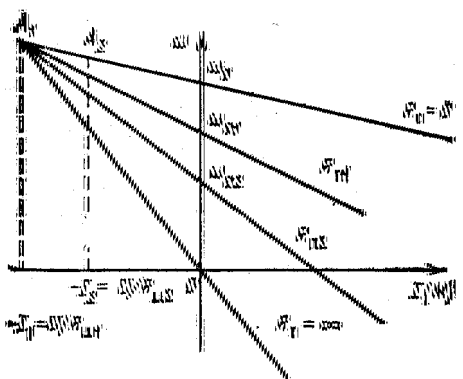
Kiçi tizlikde gaty mehaniki häsiýetnamany almak üçin ulanylýar, bu ýagdaýa hökman R_y birikdirilýar. Bular ýaly birikdirmede bir wagtda ýöredijiniň tizligini sazlamagyň iki usuly ulanylýar – ýakorda we reostatda U üýtgemedi bilen, şonuň üçin häsiýetnama hem 2 ml aralygy usulynda alynýar.

Reostat häsiýetnamanda hem kiçirak tizligi alyp bolýar, ýöne häsiýetnamasynyň gatylygy (bu ýagdaýda ω – durnuklylygy) şuntirlemekdäki häsiýetnama ýokary.

Şuntirlemekdäki häsiýetnamada ω_0 we gatylyk R_s we R_y gatnaşygyna bagly.



Surat 64



Surat 65

Sazlama diapazony $(2 \div 3) \div 1$ –den $(5 \div 6) \div$ çenli. Bu sazlama görnüşiniň görkezijileri hem edil reostatlydaky ýaly, ýöne häsiýetnamasynyň gatylygy ýokary, kuwwat ýitgisi bolsa uly. Şonuň üçin beýle usul az kuwwatly abzallarda getirmäni has takyk duruzmak üçin (liftler)ulanylýar.

Kuwwat ýitgisiniň ululygy üçin şuntirlemekde köp işlemek tygşytly däl.

6.4Yzygider oýandyrmaly ýöredijiniň burç tizligini sazlamak.

Edil bagly däl oýandyrmaly ýöredijidaki ýaly aşakdaky usullar bar:

1. Ýakoryň zynjyryndaky rezistorlary ortaça sazlamak.
2. Ýakoryň güýjenmesini üýtgetmek bilen sazlamak.
3. Oýandyрма sargysyny şuntirlemekde oýandyrma toguny üýtgetmek bilen sazlamak.
4. Ýakory ýa-da oýandyрма sazgyssyny şuntirlemek bilen sazlamak.

Ýakorda U üýtgemeginde ω sazlanşyny aýratyn bellemeli OL TÖ aýratyn generatoryň ýa-da ýöredijileriň yzygider – parallel birikdirmesiniň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Ýöredijileriň yzygider – parallel birikdirilşi.

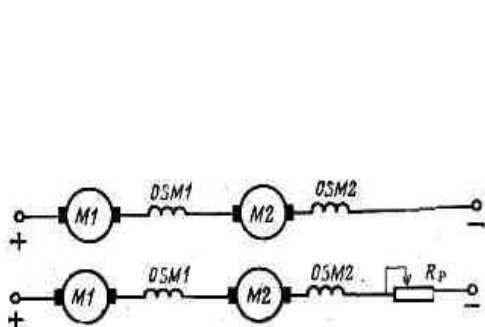
(şeýle hem geçiriji we parallel oýandyrmaly ýöredijiler üsin ulanylýar).

Bu ýerde ω iki basgançagyny alyp bolýar. Beýle usul haçanda önümçilik mehanizmi aşakdaky sebäplere görä ýarty kuwwatly iki ýörediji bilen herekete getirilýär.

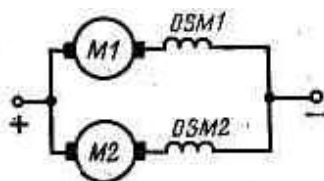
1. Goýberliliş we duruzma wagtyny azaltmak üçin (bu ýagdaýda inersiýanyň we T_m jemleýji pursaty azalýar.

2. Işin ýokary göterilşi üçin, eger kiçi tizlikde işi dolandyryp bolýan bolsa.

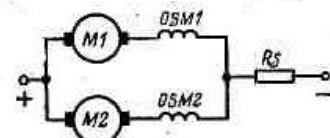
3. Bir uly kuwwatla derek, iki kiçi kuwwatly ýöredijileri daşky ölçegleri boýunça ýerleşdirmäge amatly. Kranlar, tramwaýlar, demiri kesmek üçin gaýçylarda ulanylýar.



Surat 66



Surat 67



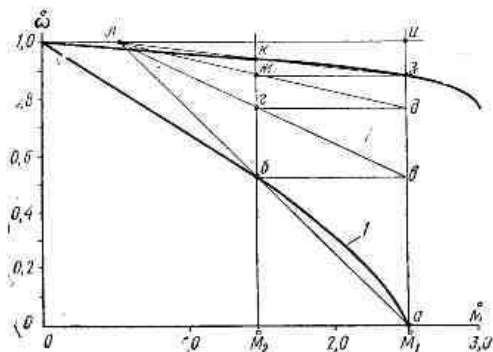
Surat 68

Yzygider – parallel birikdirme de ω – sazlamak ykdysady bähbitleri berýär. Yzygider birikdirmede her ýöredija toryň U – ýarysy düşýär, parallelde, iki ýörediji hem doly U tora birikdirilýär ω iki esse azalanda U ýityän rezistorynyň rolyny ikinji ýörediji oýnaýar (reostatly çazlamada), ol energiýany peýdaly ulanylýar. Degşirme aralyk tizligine almak üçin R_S çatgy ulanylyp biliner.

7. Üýtgeýän toguň elektroýöretmeleriniň ω sazlamak

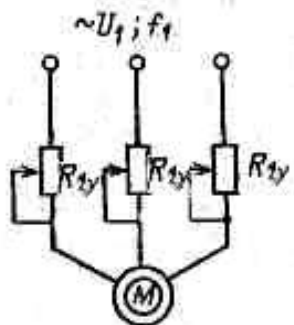
Tejribede üýtgeýän toguň ýöredijileri olaryň ýönekeýligi arzanlygy, ygtybarlylygy, hemişelik toguň ýöredijileri bilen deňeşdireniňde azyrak daşky ölçegleri ($2 \div 3$ gezek) we agramy bardygy ω sazlamak ügin käbir ýörite özgerdiji gurluşlary talap etmeýänligi üçin ulanylýar. Ýöne I üýtgeýän ýöredijileriň ω sazlamagyň käbir usullarynyň ýetmezçilikleri hem bar – uly däl energetiki görkezijiler, birsydyrgynlyk we ş.m.

1. Faza rotorly AY üçin reostatly sazlama (reostatyň zynjynda garşylygyň üýtgemegi bilen).

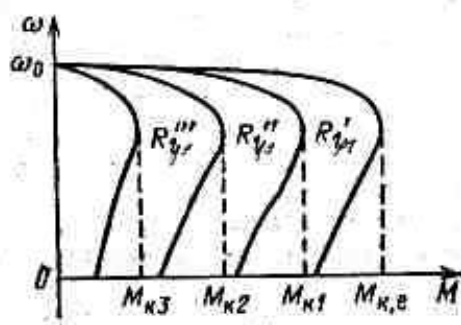


Surat 69

2. Gysga utgaşma (g.u.) rotorly AY üçin reostatly sazlama (statoryň zyňjyrynda garşylygy üýtgetmek bilen).



Surat 70

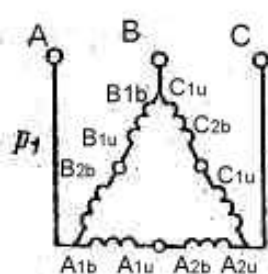


Surat 71

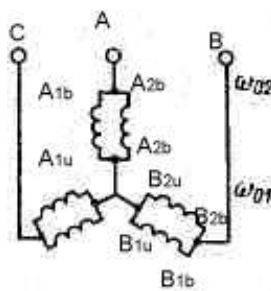
Kanun bolşy ýaly g.u. rotorly AY üçin ulanylýar ω_0 statoryň zynjyrynda R_1 bagly däl. R_{14} ulalanda kritiki pursat we typma kiçelýär. Beýle häsiýetnamalar ω sazlamakda öz ulanylýar, öz tygşylylyk. Bu usul köplenç ters hereketiň duruzmanyň goýberilşinde dürli geiş hadysalarynda togy çäklendirmek üsin ulanylýar. Beýle çatgy, g.u. rotorly AY bilen iki ulydan – kiçi tizlige geçmekde ulanylýar.

3. Jübit polýuslaryň sanynyň üýtgemegi bilen (g.u.rotorly) AY ω sazlamak. Bu $\omega_0 = 2\pi f/P$ görünýär. P üýtgemegi statoryň sargysynda gaýta ulaşdyrmanyň hasabyna geçirilýär. P bitin san bolup bilýänligi üçin 1, 2, 3 we ş.m. ω sazlamak başgançakly. Ýöredijiler köp tizlikli diýilýärler. Her sargyda iki bölümi bar.

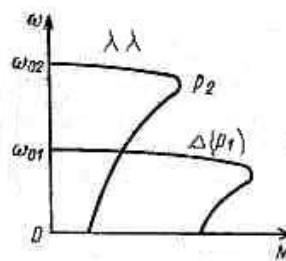
Statoryň sargysyny üçburçluk – iki ýylgyzy boýunça birikdirmek.



Surat 72



Surat 73



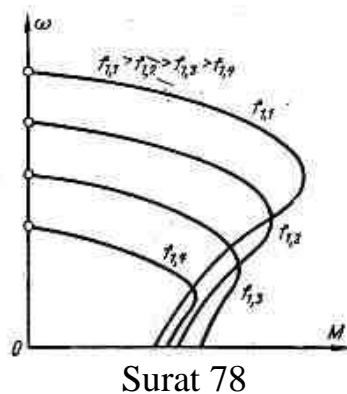
Surat 74

Ýlalaşykly
birleşmede
bölümler Δ bolýar,
we polýuslaryň
sany
 $P_1 = 2P_2$

iki ýyldyz çatgyşy
boýunça birleşme

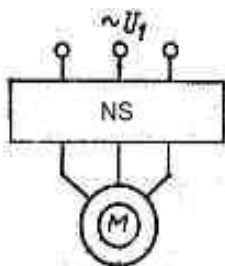
$P=M \omega$, $M=P/ \omega$
 $M_{goş}\Delta= 2 M_{goş}\lambda \lambda$
(sebäbi çatgylarda
kuwwat const –
ygtyýar berilýär, ω_{02}
bolsa köp)
 P - const bilen
sazlamak)

Birikdirme λ - $\lambda\lambda$

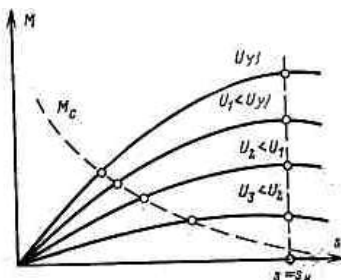


$f_1 > f_2 > f_3$ U_2/f_2 - sazlama const
 f_2 rotoryň ýygyllygy rotoryň
tizliginiň üýtgemeginiň hasabyna
üýtgeýär (I_b , G üýtgemeginiň U_2/f_2
const saklanýär, ýörediji aşa gyzmaz
ýaly.

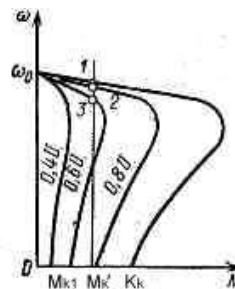
7.2 Güýjenmäniň üýtgemegi bilen AÝ ω sazlamak.



Surat 79



Surat 80

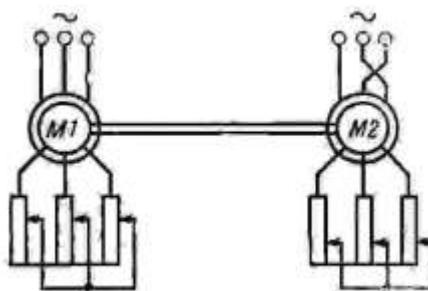


Surat 81

$$M_{k.n.} = K_{ac}(U_n/U_{ad})^2 \quad S_k - \text{const}, M_k \text{ üýtgeýär}$$

7.3 Asinhron iki ýöredijili elektroýöretme.

Käbir önümçilik mehanizmlerinde pes tizlikde durnukly işlemek meselesi ýüze çykýar – bu göteriji gurluşlar. Bular ýaly säginme üçin hökmany pes tizikli duruzmany öndürmeli. Bu iki mehaniki baglanşykly elektroýöretmeleriň bilelikde işlemeginde ýüze çykýar, olaryň biri ýörediji bilen işleýär, beýlekisi bolsa garşy birikdirmeli duruzma düzgüninde işleýär.

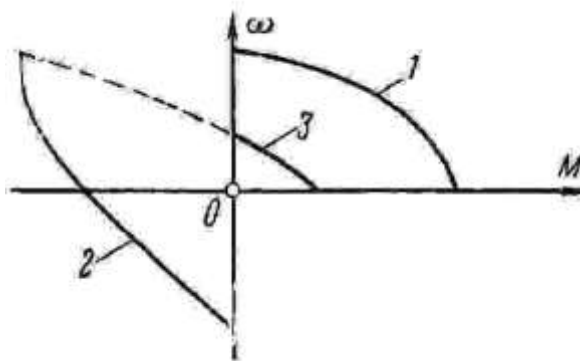


Surat 82

1 – M1 häsiýetnamasy

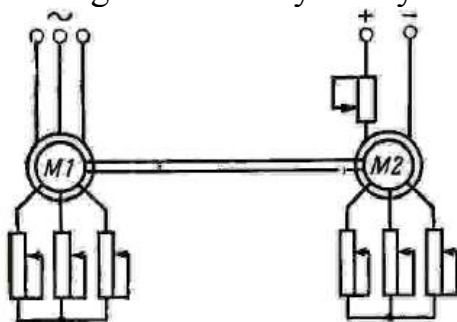
2 – M2 häsiýetnamasy

3 – jemleme häsiýetnamasy – grafiki goşul-mak bilen alynýar.

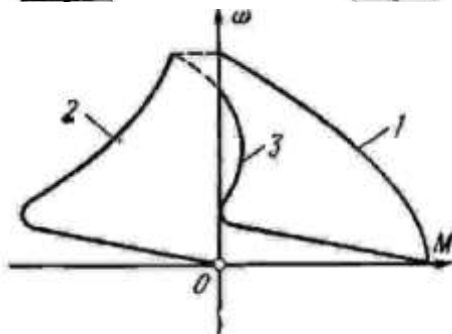


Surat 83

Gatylyk ýokary, elektrik energiýanyň ýitgisi ýokary, ptk-pes, $\cos\phi$ deňşlilikde ýokary. Rotor zyjyrynda garşylyklary sazlamak bilen ýöredijileriň arasyndaky we daşky rezistorlaryň arasyndaky ýitgileri ýöredijiler aşa ýüklenmez ýaly täzeden paýlamak mümkin. Ýöne ol pes tizlikde az işleýär. M1 ýokary typma bilen işleýär we ýitgi köp (gyzýar). M1- ýöredijini M2 dinamiki duruzma düzgüninde hem ýerine ýetirip bolýar.



Surat 84



Surat 85

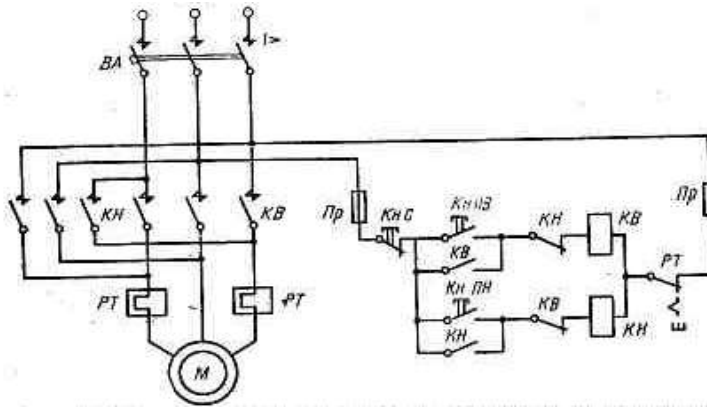
3- jemleýjide 3' - den has gaty häsiýetnamasy bar.

AÝ iki ýöredijili getirmesini hemişelik toguň ýöredijisi bilen ýasamak mümkin

8 Hemişelik togunyň elektrik ýöredijileriniň goýbermesini awtomatiki dolandyrmak prinsipi

$T >$ elektromagnit aýyryjy çatgylý

T^0 ýylylyk aýyryjyly.



Surat 86

Elektromagnit aýyryjynyň $I=10I_d$ bolanda sazlanmaýan bölünmesi bar, başgaça g.u. goraýär.

Rewersiwn magnit goýberijiniň çatgysy.

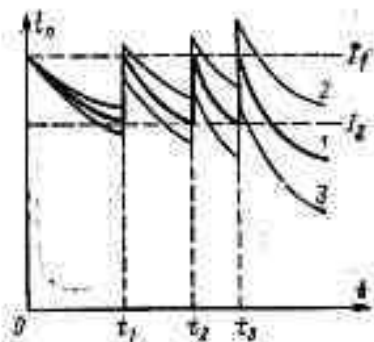
AP-50 ýylylyk elektromagnit aýyryjyly.

A-3000 elektromagnit aýyryjyly.

RT – $(1,2 \div 1,3) I_d$ den bolan goşmaça ýüklenme togunda ýylylyk aşýýan ýüklenmesinden goramak üçin ýylylyk relesi YR. Awtomatlarda ýylylyk aýyryjynyň ters bagtyň tokdan ters baglansykly häsietnamasyban.

Meselem 50A tokly ýylylyk aýyryjy 1,5 esse ýüklenmede 1 sagatdan ylalyşykly işleýär. 4 esse ýüklenmede – 20S. Bular ýaly ýylylyk aýyryjylar 20-30 % $(1,2 \div 1,3 I_y)$ ýüklenmede ýöredijini: gorap bilenoklar (başgaça onda RT ulanylýar, ýöne ol ýöredijini we simleri goýbermede (goýberiş togundan) mehanizmiň tagtadylmasyndan gorap bilýärler).

Goýberme prosessiniň awtomatizasiýasy elektrik ýöredijileri dolandyrmagy ep-esli ýeňilleşdirýär, dörän ýalňyşlyklary aýyrýar we önümçiligiň ösmegine getirýär. El bilen hem goýbermäni amala aşyryp bolýar (ampermetrden gaýta ulaşdyрма toguna seretmeli), ýöne bu ipgysgynç we ýalňyşlyk bolmagy mümkin, awtomatiki dolandyrmak bolsa goýberme şertini takyk saklap biler.

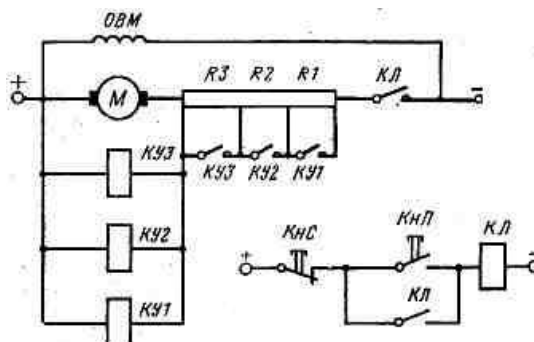


Surat 87

Diagrammalar görnüşi ýaly rezistoryň basgançaklarynyň öçürmesi kesgitli ω , kesgitlidir tokda (I_2) we kesgitli wagt aralygyndan t_1, t_2 we s.m. kesgitli. Şonuň üçin goýberme $\omega_1 I$ we t funksiýasy bilen amala aşar.

Burç tizliginiň (ehg) funksiýasynda dolandyryrmak.

Tizlik relesi (meselem merkeze ymtylýan) çatgylarda seýrek ulanylýar, olaryň düzülişi kyn we işe ygtybarlylygy uly däl.



Surat 88

ω – elektrik ýöredijiniň oky bilen birikdirilen tahogeneratornyň kömegi bilen ölçemek mümkin, ýöne ol çatgyny kunlaşdyrýar we goşmaça TG gerek bolýar. Şonuň üçin ω gutak usul bilen berküdyrler, meselem ehg üsti bilen, $e=K\Phi\omega$. Ehg bagly güýjenmäni rele tegeginde ýa-da kontaktora goýýarlar.

KU1; KU2; KU3 – burç tizlenmäniň kontaktory, $e_1=K\Phi\omega e_2 e_3$ bolanda işe başlaýarlar, we rezistoryň başgançaklaryny R_1, R_2, R_3 şuntirleýärler.

Çatgynyň ýetmezçiligi: kontaktor tizlenmäniň (kt) dürli işletme güýjenmesi (ehg), başgaça, dürli tipli kt. Ýöne bu ýetmezçiligi birikdirme çatgysy bilen aýyryp bolýar.

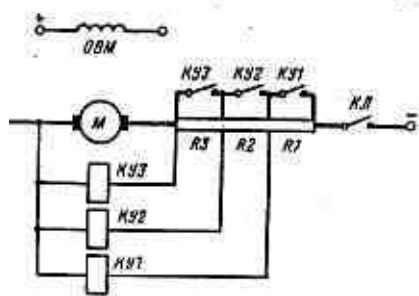
$$U_{KU1}=C\omega_1+I(R_{ya}+R_2+R_3)$$

$$U_{KU2}=C\omega_2+I(R_{ya}+R_3)$$

$$U_{KU3}=C\omega_3+IR_{ya}$$

$U_{KU1} \approx U_{KU2} \approx U_{KU3}$, başgaça birtipli kontaktorlary ulanyp bolýar.

Bu goýberme usulynyň ýetmezçilikleri: goýberme rezistorlarynyň ýanmak mümkinçiligi, tegegiň sowuk we gyzgyn ýagdaýynda kt nädory işlemegi, U_0 birden ulalmagy Iýa ulaldýar.



Surat 89

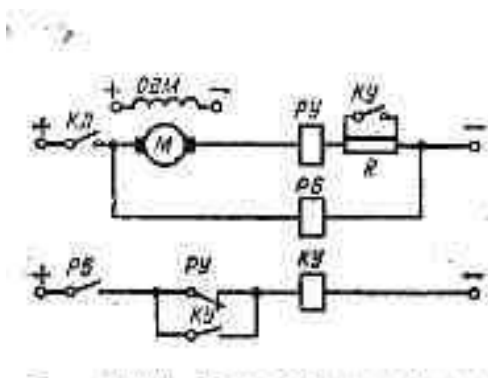
Şonuň üçin bu ýagdaý kiçi kuwwatly ýöredijiler üçin ulanylýar (demiri täzedan işleýän stanoklar).

8.1 Tok funksiýasynda dolandyрма

Goýbermede tok I_1 -den I_2 çenli ylgyldaýar.

I_1 – ygtyýar berilýän tok bilen kesgitlenýär ($2,5 I_{yl}$), I_2 bolsa gaýta ulaşdyрма togy, ol garşylyk togundan uly bolmaly, çatgy tizlenme relisi – RU

birikdirýär, olaryň sany başgançaklaryň sanyna bagly. RU – ýakoryň zyňjyryna birikdirilýär.



Surat 90

Göniçyzykly kontaktory K1 birikdireniñde, RU tok relesiniñ tegegi energiýa alýar we onuñ KU burç tizliginiñ kontaktorynyñ zynjyryndaky kontakty goýbermaniñ başynda arasyny açýar. Şonuñ üçin ýöredijiniñ goýbermesi ýäkoryñ zynjyryna doly girizilen rezistordan başlanýar. Gorawlaýjy releniñ (RB) K1 kontaktory birikdirilenden soñ birden KU kontaktoryna birikmäge mümkinçilik berenok, sebäbi RB hususy birikme wagty uly ýa-da RU hususy birikme wagtyna deñ edip saýlanylýar.

I_2 gaýtaulaşma togunda KU işe başlaýar we goýberme rezistoryny şuntirleýär. Toguñ ikinji zyňylmasynda RU ösdirilenok, sebäbi TR rele kontakty indi TK kontakty bilen şuntirlenýär.

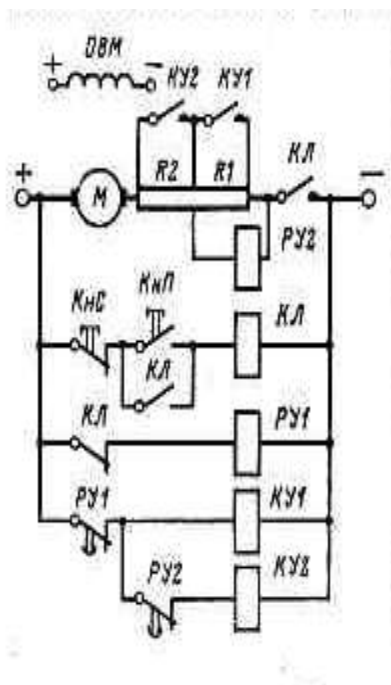
Artykmaçlygy – gaýta ulaşdyрма ýäkoryñ zynjyryndaky toguñ berlen bahalarynda geçirilýär we torýñ güýjenmesiniñ yrgyldysyna bagly däl.

Ýetmezçiligi – eger onuñ okundaky ýüklenme pursaty hasaplanylýandan uly bolsa, onda tok, rele ýäkorynyñ düşürmesi bolup geçýän I_2 tokdan uzak wagtlap ýokary bolýar. Şonuñ üçin goýberme rezistory öçürilmedik bolup bilýär, bu bolsa onuñ ýanmagyna getirýär, sebäbi ol uzak işlemäge niýetlenen däl.

8.2Wagtyñ funksiýasynda dolandyрма

Goýberme diagrammalaryndan görnüşi ýaly goýberme reostatynyñ basgançaklaryny şuntirlemegi öňdäki wagt aralygynyñ üsti bilen geçirmek mümkin. Wagt relesi bolup bilýärlen: mehaniki, elektromagnit, elektron, ýarymgeçirijili, pnevmatiki we ş.m.

I – const we I-var ýöredijileri dolandyrmak üçin elektromagnit rele, sinhron ýöredijili getirmelerde bolsa elektromagnit ýa-da ýarymgeçirijiler ulanylýar. Releniñ hökmany saklanmaly wagty goýberme diagrammasy esasynda kesgitlemek üçin ýöredijiniñ goýberme wagtyndan (hasaplamada)



Surat 91

kontaktorlaryň birikmesiniň hususy wagtyny aýyrmaly.

$I - \text{const}$ kontaktorlar üçin (ululygyna baglylykda) işläp başlamagynyň hususy wagty $0,1 \div 0,4S$, $I\text{-var}$ kontaktorlar üçin bolsa $0,05 \div 0,07S$ düzýär.

9 Elektroýöredijileriň kuwwatyny hasaplamasy.

9.1 Umumy düzgün.

Elektroýöredijiniň kuwwatyny dogry hasaplamak we görnüşini saýlamak üçin başdaky berilenler önümçilik mehanizmlerini täsirli ulanmaklyk, hususanda ýokary öndürijiligi, ygtybarlygy we olaryň işiniň takyklygyny üpjün etmek bilen baglanyşykly, tilsimatly we gurluşly talaplar bolup durýar. Elektroýöredijiniň esasy elementleriniň birisiniň onuň uýyly derejede tehniki we ykdysady görkezijilerini kesgitleýji, elektrohereketlendiriji bolup durýanlygy sebäpli, onda bu başda ilkinji nokatda dürli rezimlerde işleýän, elektrohereketlendirijileriň kuwwatlyklarynyň hasaplamalary meselesine seredilýär.

Ýeterliksiz kuwwatyny hereketlendirijileriň ulanylmasy, mehanizmiň kadaly işlemesinde bozulma, onuň öndürijiliginiň peselmesine, şikeslenmä we hereketlendirijiniň hatardan çykmagyna getirip biler. Ýokarlandyrylan kuwwatlykly hereketlendirijiniň ulanylmagy bolsa düýpli harajatlaryň ödelmän ulalmasyna, elektroýöredijiniň elektriki görkezijileriniň peselmesine, hereketlendirijiniň PTK kemelmesine, mundane başga-da, kuwwatyň koeffisiýentiniň ýaramazlaşmasyna getirip biler, bu bolsa öz nobatynda özgerdiji gurnamanyň we paýlaýjy setiň öndürijiliksiz ýüklenmesine täsirini ýetirýär. Kuwwatlylykdan başga-da, hereketlendirijini ýerine ýetiriliş boýunça, goraw derejesi boýunça, sowadylyş usuly boýunça klimatiki ýerine ýetiriliş boýunça dogry saýlamaklyk gerekdir. Muny elektroýöredijiniň bellenilşini we onuň işlemeli boljak şertini bilmek bilen etmek mümkin. Hereketlendirijiniň ýerine ýetiriliş boýunça dogry saýlanmagyndan onuň işiniň ygtybarlygy düýpli ýagdaýda baglydyr. Şol bir wagtyň özünde esaslandyrylmadyk saýlaw, meselem, ýapyk hereketlendirijiniň goralanyň ýerine saýlanylmasy, düýpli harajatlaryň ulalmagyna we gurluşyň çylşyrymlaşmagyna getirýär. Hereketlendirijiniň sowadylyş boýunça saýlanylmasy aýratynam sazlanýlan elektroýöredijiler üçin wajypdyr, sebäbi bu ýagdaýdaky nädogry saýlaw hereketlendirijiniň ornaşdyrylan kuwwatlylygynyň uýyly ýokarlanmasy, ýagny düýpli harajatlaryň ulalmasyna, gurluşyň çylşyrymlaşmasy we PTK gönümel peselmesine we kuwwatlylyk koeffisiýentiniň peselmesine getirip biler.

Eger halk hojalygyndaky mehanizmleriň ägirt uly sanyny hasaba alsan, elektrohereketlendirijileriň kuwwatlyklarynyň dogry hasaplamasynyň ähmiýeti we olaryň ýerine ýetiriliş boýunça saýlawy oran ýokarydyr.

Elektrohereketlendirijiniň kuwwatlylygyny saýlamak onuň walyndaky statiki yzlenmäniň uýtgemek häsiýeti, şeýle-de elektroýöredijide geçiş prosesleriň gidiş şertleri bilen esaslanýar.

Önümçilik topar statiki pursaty uýtgemek hasiýetiň gatnaşygynda indiki iki topara bölünip bilerler:

Birinji topar: statiki momenti tizlikden bagly bolman, mydamalyk galýan, mehanizmler. Bu mehanizmlere deňagramlaşan taraply şahtaly galdyryjy, prokatly stan, köprili krany galdyryjy mehanizmler, lift, esasy işi sürtülme guýjiniň önüni almak bilen baglanyşykly bolan mehanizmler, meselem, metal kesiji stanoklaryň beriş mehanizmleri we ş.m. degişlidir:

$$M_c = \text{const} \quad (9.1)$$

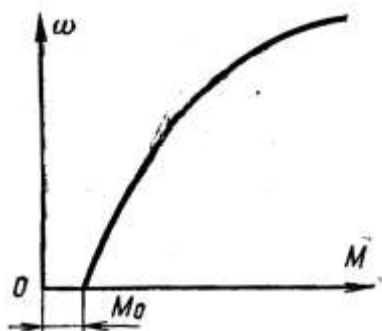
Emma bu pursatyň ähmiýeti, tizlikden garaşsyz bolup galmak bilen, giň çäklerde uýtgäp biler.

Ikinji topar: statiki pursaty burc tizliginden bagly bolan, mehanizmler, meselem, merkezden gacma şemallandyryjysy, sentrifuga, tüsse sorujy, merkezden gaçma nasosy we ş.m.:

$$M_c = M_0 + KW^2 \quad (9.2)$$

Bu ýerde M_0 - mehanizmiň boş ýöreyiş momenti.

Şeýle mehanizmleriň häsiýetnamasy 9.1 suratda berilendir.



Surat 9.1. Merkezden gaçma mehanizmleriniň mehaniki häsiýetnamasy (2 topardaky mehanizmler).

Bu topara çekiji transport mehanizmleri, metal kesiji stanoklaryň esasy ýöredijileri we ş.m. degişli bolup biler, ýagny olar üçin ýüzlenme kuwwatlylygynyň mydamalygy mahsus bolup durýar, ýagny $MW =$

Üçinji topar. Statiki momenti ýoldan bagly bolan, mehanizmler. Bu ýere kriwoşipli geçirijili gurnamalar degişlidir, olarda ýüklenme kriwoşipiň aýlaw burçundan φ baglylykda üýtgeýär.

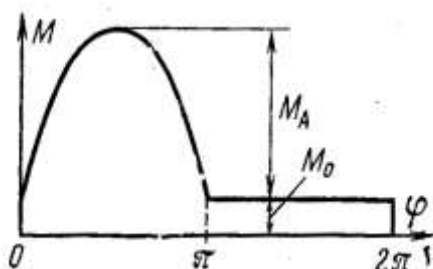
(sur.9.2) – metaly kesmek üçin gaýçylar, maltýski atanakly aýlawly stollar, pressler, porşenli kompressorler, deňagramlaşmadyk tanaply şahtaly galdyryjylar we ş.m. Bu topardaky mehanizmler üçin oblasty görkezmekde deňleme adalatlydyr.

$$M_c = M_0 + M_A \sin \varphi \quad (9.3)$$

Bu ýerde M_0, M_A – mehanizmiň boş hereketiniň deňşlilikdäki momenti we uly moment .

Bu topardaky mehanizmleriň beýleki bir mysaly bolup, rotorly ekskawatoryň gyzyş mehanizmi gulluk edip biler.

Dördünji topar. Bu topara statiki momenti tizlikden we ýoldan bagly bolan mehanizmler girýärler. Bu ýerde mysal bolup, gämi gurnasynyň grebnoý winti gulluk edip



biler. Gäminiň hereketiniň ornaşdyrylan tizligi üçin grebnoý wintli hereketlendirijiniň walyndaky garşylyk momenti hereketlendirijiniň burç tizliginiň kwadratyna göni baglanyşyklydyr (gyşyklyk 9.3 sur). Wintiň rewersiwlennemesine komanda berilmeginde gämi ilki şol bir ugurda hereketini dowam etdirýär we gäminiň hereket tizligine bagly bolan, garşylyk moment, bu döwürde wintiň burç tizliginiň kwadratyna göni baglanyşykly bolmaýar.

Netije beriji statiki häsiýetnama çylşyrymly görnüşe eýedir we 9.3 suratda gäminiň hereketiniň dürli ýagdaýda ornaşdyrylan tizlikleri üçin görkezilendir. Bu ýagdaýda grebnoý wintiň walyndaky moment gäminiň hereketiniň tizliginden baglydyr, gäminiň saklanýandygynda, ýagny hereket tizliginiň peselýändiginde, onda yz ýanyndan, moment gämi we wint tarapyndan geçilen, ýoldan we wintiň özüniň burç tizliginden hem baglydyr.

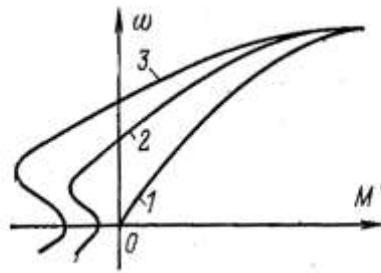
Bu topara rully gurnamalar hem degişlidir.

Sur.9.2. Kriwaşipli mehanizmleriň mehaniki häsiýetnamasy (3 topardaky mehanizmler).

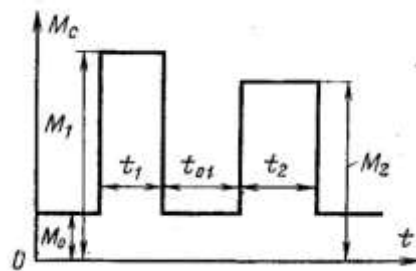
Sur.9.3. Grebnaly wintiň mehaniki häsiýetnamasy (4 topardaky mehanizmler).

Bäşinji topar. Bu topara statiki momenti wagt boýunça tötänleýin üýtgeме bilen häsiýetlenýän, mehanizmleri degişli etmek mümkin. Bu meselem daş ownadyjylar, sement senagatyndaky şarly üweýjiler we ş.m. bolup biler.

Emma elektroýöredijiniň walynda ýüklenme diňe bir mehanizmiň tizligini sazlamak bilen baglylykda üýtgemän, eýsem mehanizmiň iş režiminiň üýtgemesiniň



netijesinde ýa-da ýüklenme momentiniň ýoldan, ýagny wagtdan baglylygy sebäpli hem üýtgeýar. Meselem, prokatly statyň kletinde metalyň waliklaryň üstünden bir gezek geçirilmesiniň dowamynda deformirlenen metalyň göwrümi we basyş bilen esaslanan, prokatka momenti mydamalyk diýen ýaly galýar. Emma prokatka momenti göýberişden göýberşe üýtgeýar, we göýberişleriň dowamlylygy hem üýtgewli bolýar. Bu slitkanyň prokatkasynyň wagtyň dowamyndaky ýüklenme üýtgeýar, soňra bolsa indiki slitkanyň prokatkasynyň täzelenmesinde doly gaýtalanýar. Ýüklenme pursatynyň we burç tizliginiň wagt boýunça üýtgemegi siklli hereketli mehanizmler diýilip atlandyrylýan mehanizmleriň has uly sany üçin mahsusdyr. Statiki momentiň we burç tizliginiň wagt boýunça bu üýtgemesi adaty çyzgytlar görnüşinde berilýär.



Sur. 9.4. Prokatly stanyň rewersiw däl kletasynyň takmyny ýüklenme diagrammasy (2 göýberişli üçin).

Wagtdan $M_c=f(t)$, hereketlendirijiniň walyna getirilen, mehanizmiň statiki momentiniň baglylygynyň çyzykly şekilini mehanizmiň ýüklenme diagrammasy diýip atlandyrylýarlar.

Mehanizmiň ýerine ýetiriji organynyň $W=f(t)$ wagtdan tizliginiň baglylygynyň çyzgytly şekilini elektroýöredijiniň tizliginiň diagrammasy diýip atlandyrylýarlar.

Metalyň walkanyň üstünden iki göýberilşi üçin ýönekeýleşdirmek maksady bilen gurulan, prokatly statyň rewersiw däl kletasynyň takmyny ýüklenme diagrammasy, 9.4. suratda getirilendir. Göýberişleriň sany stanyň görnüşinden baglydyr we 13-15 we köpräk sanlara ýetip biler. Bu ýerde ýüklenmäniň boş hereket bilen gönimel ösmesiniň gezeleşmesi häsiýetli bolup durýar.

Haçanda mehanizmiň statiki pursatynyň wagt boýunça üýtgemesi ýoldan bu momentiň baglylygy bilen baglanşykly bolanda, porşenli kompressoryň görnüşinden, onuň slenderleriniň sanyndan we olaryň kriwaşipleriniň süýşme burçundan baglydyr. Käbir ýönekeýleşdirmeler bilen gyşyk statiki pursat $M_c(t)$ goşa hereketli kompressor üçin indiki formula bilen aňladyp bilner:

$$M_c = M_o + M_A |\sin \Omega t|, \quad (9.4)$$

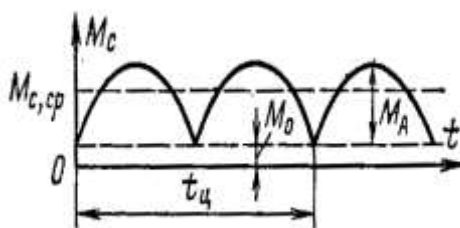
Bu ýerde $\Omega = 2\pi/t_s = \omega/i$ - kriwaşipiň gyşykaýlaw ýygylgy; t_s – sikiliň wagty; i – hereketlendirijiniň walyndan kriwaşipiň walyna geçirijilik sany.

Goşa hereketli, M_o -mehanizmiň ýitgi momenti bolan, porşenli kompressoryň takmyny ýüklenme diagrammasy, 9.5 suratda getirilendir. Trigonometriki hatara bölünmäni ulanmak bilen, gyşyk statiki momenti indiki görnüşde bermek mümkin .

$$M_c = M_{c.cp} + 0,43 M_A \sin \Omega' t \quad (9,4a)$$

Bu ýerde $M_{c.cp} = M_o + 0,64 M_A$ – hemişelik düzüji ýüklenme (ýüklenmäň orta momenti) $\Omega' = 2\Omega$

(9.4a) meňzeş, formula bilen mehanizmleriň giden hatarynyň ýüklenme momenti berilýär, hususanda, rotorly ekskawatoryň eýýäm ýatlanylýp geçilen gazys mehanizimiňki.



Surat 9.5. Goşa hereketli porşenli kompressoryň takmyny ýüklenme diagrammasy.

Boýuna ýonuýy stanogyň esasy ýöredijisiniň ýüklenmesi hem sikilli üýtgeýär. Bu mehanizmiň işlemeginde göni hereketiň uly bölegine statiki moment kesmekligiň üýtgemeyän momentyna we onuň kiçi bölegine - boş hereketiň momentyna gabat gelýär. Statiki moment ters hereketde hem mydamalykdyr, emma boş hereketiň momentyna deňdir. Şol wagtda stolyň göni we yza hereketleriniň tizlikleri dürlidir.

Şekilli determinirlenen režimde işleýän, ýagny olaryň döremeginde şertleriň gaýtalanmagynda döredijilik häsiýetnamasyna eýe bolan, beýleki mehanizmleriň ýüklenme diagrammalaryny beýan ediji, ýene-de bir meňzeş mysallary getirmek mümkin. Şol sanda

eýýäm öň görkezilşi ýaly, ýötänleýin ýüklenmä esaslanan, režimler hem bardyr.

Tötänleýin diýilip, bolmagynda olary häsiýetlendiriji bir ýa-da birnäçe üýtgewleriň, öňünden duýulmaýan ýagdaýda üýtgeýänligine, ýagny tötänleýin ululuklar bolup durýandyklaryna düşünilýär. Meselem, liftli gurnamalar üçin, çyzgytlar $Mc(t)$ barabar bolan, ýüklenme

diogrammalarynyň böleklerini tapawutlandyrmak başartmaýar. Dogrudanda, liftli gurnama ýolagçylardan gelýän kamandalar bilen dolandyrylsa, onda liftiň işiniň ýüklenme diogrammalary ýolagçynyň tötänleýin mukdary tarapyndan berilen, kamandalaryň käbir tötänleýin yzygiderligiň käbiriniň netijesinde bolýar. Bu mysal üçin liftiň hereketlendirijileriniň sagatda işleme sany hem tötänleýin ululyk bolup durýar. Beýleki bir mysal bolup ekskawator-draglaýnyň çekiji taraplarynda susagyň dolmaly režiminde guýçlenmäň uýtgame häsiýetnamasy gulluk edýär. Bu ýerde ýüklenmäň tötänleýin häsiýeti gazyşyň her döwründe birmeňzeş bolmadyk gumuň bolmagy, maşinistiň susagyň päsgelçilige gabat gelmegindäki dürli reaksiýasy bilen döreýär. Bu ýagdaýda döwüriniň wagty düýbinden hemişelikdir, ýüklenmäň uýtgemegi bolsa tötänleýindir.

Elektroýöredijiniň iş režimi tötänleýin bolup durýan, mehanizmleriň arasynda, ýene-de köp beýlekiler agzalyp biliner: yzarlaýjy, ekstremal we adaptiw ulgamly elektroýöredijiler, burawlaýjy maşynlaryň ýöredijileri, şarly degirmenler, buraw maşynlary we ş.m.

Dürli mehanizmleriň elektroýöredijileri ulgamyny taslamak prosesinde hereketlendirijiniň işiniň tötänleýin režimini kesgitleýji, faktorlary hasaba almagyň zerurlygy ýüze çykýar. Bu ulgamynda tötänleýin režimler döreýän, elektroýöredijiniň funksiýalarynyň mydama giňelýänligi, şeýle-de elektroýöredijini taslamakda determinirlenmedik düzüji režimleriň hasaba alynmagynyň zerurlygy bilen baglanyşyklydy, sebäbi has uly ýüklenmä ýa-da has ýaramaz režime hasaplama, düzgün boýunça, ulgamyň elementleriniň kuwwatlyklarynyň öwezi dolman ýokarlanmasyna, oloaryň energetiki görkezijileriniň ýaramazlaşmasyna we düýpli harajatlaryň ösmegine getirýär.

Hereketlendirijiniň şol ýa-da beýleki bir ýüzlenmeli režimde işlemeginde, hereketlendirijiniň gyzmagyny, yz ýanyndan bolsa, onuň kuwwatlyklaryny we gabaritlerini kesgitleýji, energiýanyň ýitgileri onda döreýär. Şonuň üçinem ilkinji nobatda hemişelik we üýtgewli tokly elektroýöredijilerde ornaşdyrylan we geçişli režimlerde energiýalaryň ýitgilerini tapmaklyk ünsi çekmeklik zerurdyr.

9.2. Hemişelik we üýtgewli tokly elektroýöredijilerde energiýanyň ýitgieri.

Hereketlendirijilerdäki ýitgiler ýüklenmeden bagly bolan, üýtgewlilerden, we ýüklenmeden bagly bolmadyk, hemişelik ýitgilerden jemlenýär.

Hemişelik tokly elektroýörediji üçin kuwwatlylygyň jemleýji ýitgileri deňdir:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_k + \Delta P_{\vartheta} = \Delta P_b + \Delta P_{ct} + \Delta P_{mex} + I^2 R, \quad (9.5)$$

bu ýerde ΔP_k - mydamalyk ýitgiler,

$\Delta P_k = \Delta P_b + \Delta P_{ct} + \Delta P_{mex}$; $\Delta P_b, \Delta P_{ct}, \Delta P_{mex}$ - oýandyrylma degişlilikdäki ýitgiler, polata ýitgiler we mehaniki; $I^2 R = \Delta P_{\vartheta}$ - hereketlendirijiniň güýç zynjyryndaky ýitgileri.

Asinhronly hereketlendiriji üçin hem meňzeş

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{ct} + \Delta P_{mex} + 3(I^2_1 R_1 + I'^2_2 R'_2) \quad (9.6)$$

Üýtgewli ýitgiler ΔP_g elektromagnitli momentin deňişli tizligin üstünden aňladylyp bilinerler, ylaýtada:

1) garaşsyz oýaryşly mydamalyk tokly hereketlendiriji üçin

$$\Delta P_g = M(\omega_o - \omega) = M\omega_o \frac{\Delta\omega}{\omega_o} = P_{12} \frac{\Delta\omega}{\omega_o}, \quad (9.7)$$

Bu ýerde P_{12} – elektromagnitli kuwwat, $\Delta\omega, \omega_o$ - M momenta esaslanan, burç tizliginiň deňişlilikde pese düşmesi;

2) asinhronly hereketlendiriji üçin

$$\Delta P_g = M \cdot \omega_o S(1 + R_1 / R_2') = P_{12} S(1 + R_1 / R_2'). \quad (9.8)$$

Ýokarda mydamalyk we üýtgewli tokly elektroýöredijileriň burç tizliklerini sazlamaklygyň dürli usullaryna seredilmede ornaşdyrylan režimde hereketlendirijide ýitgileri kesgitlemek üçin zerur bolan gatnaşyklar geçirildi.

Geçişli prosesslerde energiýanyň ýitgilerini we çykdaýjysyny

Kesgitlemeklige has giňişleýin saklanyp geçeris. Bu ýerde kuwwatyň ýitgisiniň orta ähmiýetini däl-de, geçişli prosessler wagtynda energiýanyň çykdaýjysyny we ýitgisini tapmaklyk maksada laýykdyr.

Geçiş prosess wagtynda hereketlendirijide energiýanyň ýitgileri $T_{p.p}$ umumy ýagdaýda deň:

$$\Delta A_{n.n} = \int_0^{t_{n.n}} \Delta P_{\Sigma}(t) dt = \int_0^{t_{n.n}} (\Delta P_k + \Delta P_g)(t) dt \quad (9.9)$$

Geçişli prosesslerde üýtgewliler bilen deňeşdirilende mydamalyk ýitgileriň az bolanlygynda, onda geljekde hasaba alynmazlar.

Garaşsyz oýandyryşly mydamalyk tokly hereketlendiriji üçin ýitgiler işe göýberilişde deň:

$$\Delta A_n = \int_0^{t_n} M(\omega_0 - \omega) dt \quad (9.10)$$

Eger işe göýberiliş boş ýerine ýetirilse ($M_c=0$ bolmagynda), onda hereketiň deňlemesinden görnüşi ýaly: $dt = J \frac{\omega}{M}$, onda $\Delta A_{no} = \int_0^{\omega_0} J(\omega_o - \omega) dt$, ýa-da

$$\Delta A_{no} = J\omega_0^2 / 2 \quad (9.11)$$

Yz ýanyndan, hereketlendirijiniň boş işe göýberilmeginde energiýanyň ýitgileri işe göýberilişin soňunda ýöredijiniň agramy bilen ýygynalan, kinetiki energiýanyň ätiýaçlygy bilen kesgitlenilýär.

Hereketlendiriji tarapyndan boş işleme wagtynda öndürilen, peydaly iş hem bu döwür içinde agram tarapyndan ýygynalan, kinetiki energiýanyň ätiýaçlygyna deňdir:

$$A_{no} = J\omega_0^2 / 2 \quad (9.12)$$

Setden elektriki energiýanyň çykdaýjysy deň:

$$A_{el}=JW^2_0 \quad (9.13)$$

9.6 Suratda garaşsyzlyk oýadylyşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň kuwwatyny setinden sarp edilýän we ölýän „burç tizliginiň“ gowulandyrylan çyzgytlary getirilendir. Setden işe göýberiliş wagtynda jemleýji sarp edilýän energiýa Obwe göniburçlyk bilen şöhlenenýär; mydamalyk ýitgiler abwg meýdana uly ähmiýeti kabul edip, göni O_2 boýunça ösýär, soňra o çenli pese düşýär, sebäbi $Mc=0$; Şol wagtda äe-be kesim bilen bellige alynan, mydamalyk ýitgiler hasaba alynmaýar. Hereketlendirijiniň ýokarky zynjyry tarapyndan edilýän, energiýä. Oage meýdana göni baglansyklydyr. Oag üç burçlyk meýdany hereketlendirijiniň ýokarky zynjyryndaky ýitgilere, Oge bolsa-peýdaly işe. Burç tizligiň üytgeme çyzgydy $w(t)$ mydamalyk pursatda Oge kesim bilen görkezilendir.

Hereketlendirijiniň $Mc=const$ çak edilip ýüklenmän aşagynda işe göýberilmeginde, energiýanyň ýitgileri

$$\Delta A_n = \int_0^{t_n} M(w_0 - w) dt = \int_0^{t_n} (M_c + M_{din})(\omega_0 - \omega) dt,$$

$dt = Jdw / M_{din}$ bolmagynda, özgerdilmeden soň

$$\Delta A_n = \int_0^{\omega_c} J(w_0 - w)dw + M_c \int^{t_n} (w_0 - w)dt,$$

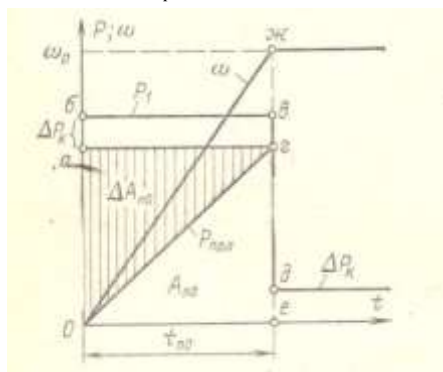
Ýa-da

$$\Delta \mathbf{A}_n = J(w_0 w_c - w_c^2 / 2) + M_c(\omega_0 \cdot t_n - \int_0^{t_n} w dt). \quad (9.14)$$

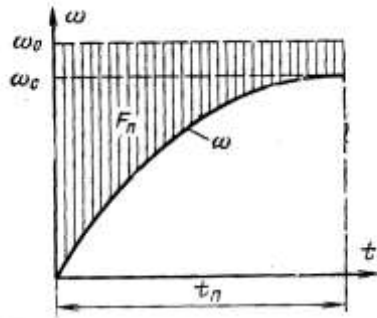
(9.14) aňlatmanyň birinji çleni özünde ýöredijiniň inersion massasynyň bat almasyna esaslanan $(\Delta A_{p, \text{din}})$, ýokarky zynjyrdaky energiýanyň ýitgilerini saklaýar, ikinjisi bolsa ýüklenme pursatynyň bolmagy bilen döreýän $(\Delta A_{p, c})$ ýitgileri saklaýar.

(9.14) formulany şeýle ýazmak mümkin:

$$\Delta A_n = \Delta A_{p.din} + \Delta A_{n,c} \quad (9.15)$$



Surat.9.6. Boş işe göyberişde garaşsyz oýaryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň kuwwatlyklar setinden sarp edilyän we ösýän, burç tizliginiň gowulandyrlan çyzgytlary.



Surat.9.7. Ýüklenmäň aşagynda garaşsyz oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň işe göýbermekdäki ýitgilerini çyzgýtly kesgitlemeklik.

Eger w_c w_0 - dan az tapawutlansa, onda

$$\Delta A_{p.din} \approx J w_0^2 / 2;$$

$$\Delta A_{n.c} = M_c (w_0 t_n - \int_0^{t_n} w dt)$$

$\Delta A_{n.c}$ hasaplamany, $w=f(t)$ baglylyk berilýän, (sur,9.7) indiki çyzgydy peýdalanyp, geçirmeklik mümkin.

9.7 suratda ştrihlenen meýdan deň:

$$F_n = w_0 t_n - \int_0^{t_n} w dt.$$

Yz ýanyndan,

$$\Delta A_{n.c} = M_c F_n \quad (9.16)$$

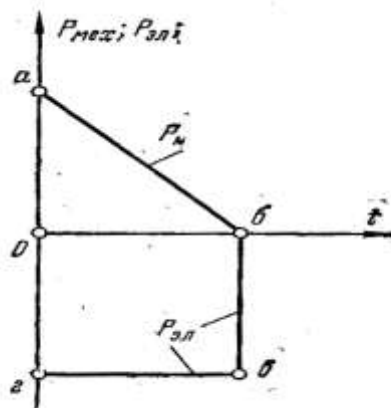
Onda hereketlendirijiniň ýokarly zynjyryndaky ýitgiler

$$\Delta A_n = J(w_0 w_c - w_c^2 / 2) + M_c F_n \quad (9.17)$$

Boşluga ters işletmekli saklanýşdaky energiýanyň ýitgileri formula boýunça kesgitlenilýär

$$\Delta A_{T,no} = \int_{w_0}^0 J(-w_0 - w)dw = \int_0^{w_0} J(w_0 + w)dw,$$

$$\text{ýa-da} \quad \Delta A_{T,no} = 3Jw_0^2 / 2 \quad (9.18)$$



Surat.9.8. Garaşsyz oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň boş işletmeklige garşy saklanmasynda mehaniki we elektriki kuwwatlaryň üýtgemeginiň çyzgýtly interpretasiýasy.

Şeýlelik bilen, boşluga ters işletmekli saklanyşdaky ýitgiler kinetiki energiýanyň üç esse ähtiýaçlygyna deňdir, ýagny boş işe göýbermekdäki energiýanyň ýitgilerinden üç esse geçýär. $M_c=0$ bilen ters işletmeklik saklanyşdaky mehaniki we elektriki kuwwatlaryüýtgemeginiň çyzgytly interpretasiýaly 9.8. suratda görkezilendir. Waldan gelýän mehaniki kuwwat, elektrik kuwwata özgerýär we hereketlendirijiniň ýokarky zynjyrynda bölünýär, bu Oab üçburçlygyň meýdanyna göni baglanşykly, bir düzüji ýitgileri kesgitleýär. Setiň güýjenmesiniň saklanyş wagtynda hemişelik bolanlagynda, onda ikinji düzüji ýitgi setden elektrik energiýanyň sarp edilmesine esaslanandyr we Obwg göni burçlyk bilen çäklenen, meýdana göni baglanşyklydyr. Görnüşi ýaly, bu düzüjileriň jemi kinetiki energiýanyň üç esse ähtiýaçlygyny kesgitleýär.

Ýüklenmäň aşagynda işletmeklige ters saklanyşda ($M_c=\text{const}$) energiýanyň ýitgilerini formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$\Delta A_{T,n} = J(w_0 w_c + w_c^2 / 2) - M_c \int_0^{t_T} (\omega_0 + \omega) dt, \quad (9.19)$$

$$\text{ýa-da } \Delta A_{T,n} = J(w_0 w_c / 2) - M_c (w_0 t_T + \int_0^{t_T} w dt) \quad (9.20)$$

Öňkä meňzeşlikde bellemeklik mü,kin:

$$w_0 t_T + \int_0^{t_T} w dt = F_T$$

Gutarnykly

$$\Delta A_{T,n} = J(w_0 w_c + w_c^2 / 2) - M_c F_T \quad (9.21)$$

(9.21) görnüşi ýaly, ýüklenmäň aşagynda hereketlendirijiniň saklanmagynda energiýanyň boşlukdaka seredende azdyr.

Dinamiki saklanyşda hereketlendirijiniň ýokary setden öçürilen we rezistora utgaşdyrylan, şonuň üçinem elektroýöredijinn massasynsa ýygynalan, kinetiki energiýa, saklanyş prosesinde elektrika öwrülýär we ýokarly zynjyrdaky ýylylyk görnüşinde bölünýär.

Boşluga dinamiki saklanmada hereketlendirijiniň ýokarly zynjyrdaky ýitgiler

$$\Delta A_{T,do} = - \int_{\omega_0}^0 J w dw = \int_0^{\omega_0} J w dw, \quad \text{ýa-da}$$

$$\Delta A_{T,do} = J w_0^2 / 2 \quad (9.22)$$

Eger dinamiki saklanyş ýüklenmäň aşagynda geçirilse ($M_c=\text{const}$), onda ýokarly zynjyrdaky energiýanyň ýitgileri

$$\Delta A_{T,D} = J w_c^2 / 2 - M_c \int_0^{t_T} w dt \quad (9.23)$$

Ikinji çleni (9.23) eger $w=f(t)$ baglylyk mälim bolsa hasaplamak ýeňil bolýar.

Ýüklenmesiz rewersiwnlenmede hereketlendirijiniň ýokarky zynjyryndaky energiýanyň ýitgileri

$$\Delta A_{p,o} = \int_{w_0}^{-\omega_0} J (-w_0 - w) dw = \int_{-\omega_0}^{\omega_0} J (w_0 + w) dw = 4 \frac{J w_o^2}{2} \quad (9.24)$$

(9.24) formula rewersiwlennedäki energiýanyň ýitgileriniň ters işletmekde we işe göýberişde saklanmadaky energiýanyň ýitgileriniň jeminde ýygnaýandygyny tassyklaýar.

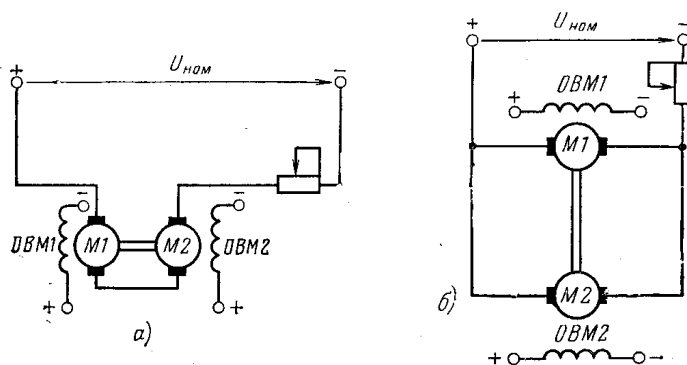
Ýüklenmän aşagynda rewersiwlennede energiýanyň ýitgileri kesgitlemek üçin formuladan peýdalanmak mümkin

$$\Delta A_p = \Delta A_n + \Delta A_{T,n} \quad (9.25)$$

Garaşsyz oýaryşly hereketlendiriji bilen hemişelik güýjenmeli çeşmeden dolandyrmakda we $M_c=0$ geçişli proseslerdäki ýitgilere ýokarly zynjyrdaky toguň ähmiýetiniň täsir etmeýänligini bellemek gerekdir. Bu ýitgiler rezistorsyz dolandyrmakdaky ýaly, işe göýberiş ýa-da saklanýş rezistornynyň başgançaklarynyň islendik sanynda üýtgemän galýarlar. Bu ýerden görnüşi ýaly, geçişli prosesiň dowamlylygy hem, eger $M_c=0$ hemişelik ýitgiler bolsa hasaba alynmasa, geçişli režimlerdeki energiýanyň ýitgilerine täsir etmeýär.

Garaşsyz oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň ýagdaýyndaky ýaly magnitli akymy ýakoryň togundan bagly bolan, yzygiderli oýaryşly hemişelik tokly hereketlendirijide geçişli proseslerdäki ýitgiler kesgitlenilýär, ýagny momentiň we ýakorly toguň arasynda liniýasyz baglylyk orna eýedir. Bu ýerde ýitgileri kesgitlemek üçin prosesde wagtdan ýakoryň togunyň kwadratynyň baglylyk çyzgyny gurmak we gyşyklygyň sanly integrirlenmesini geçirip, energiýanyň ýitgilerini hasaplamak zerurdyr.

Şeýle-de geçişli režimlerde garyşan oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijide energiýanyň ýitgileri hem kesgitlenilýär. Yzygiderli oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň ters işletmekli saklanmasynda we işe göýberilmeginde üýtgemeyän güýjenmede energiýanyň ýitgileri onda az, köp ýa-da garaşsyz oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijidäki degişli ýitgilere deň bolup biler. Eger yzygiderli oýandyryşly hereketlendirijide geçişli režimde toguň orta ähmiýeti ylaýykdan uly bolsa, onda toguň ulaldylan magnitli akymynyň netijesinde hereketlendiriji tarapyndan ösýän moment uly bolar, geçişli prosesiniň wagty we energiýanyň ýitgileri bolsa az bolar, ýagny beýleki deň şertlerde garaşsyz oýandyryşly hereketlendirijidäkä seredende. Eger tok ortaça ylaýykdan az bolsa onda yzygiderli oýandyryşly hereketlendirijiniň momenti, garaşsyz oýandyryşly hereketlendirijiniňkä seredende az bolar, wagt we energiýanyň ýitgileri bolsa uly bolar. Diňe ylaýyk tokda hereketlendirijiniň iki görnüşleri üçin hem wagt we energiýanyň geçişli režimlerde bir meňzeş bolar.



Sur.9.9. Iki başgançakda naprýaženiýa üýtgemegi bilen garaşsyz oýandyryşly hereketlendiriji bilen hemişelik tokly iki hereketlendirijili ýöredijiniň işe göýberiliş çatgysy:

a – birinji başgançak üçin çatgy;

b – ikinji basgançak üçin.

Eger geçişli prosessler bilen dolandyrmakda hereketlendirijä eltilýän, güýjenme prosessiniň başynda kiçi ähmiýetden onuň soňunda uly çenli üýtgeşe , onda ýokarly zynjyrdaky ýitgiler , üýtgemeyän güýjenmedäkä seredende az bolýarlar.

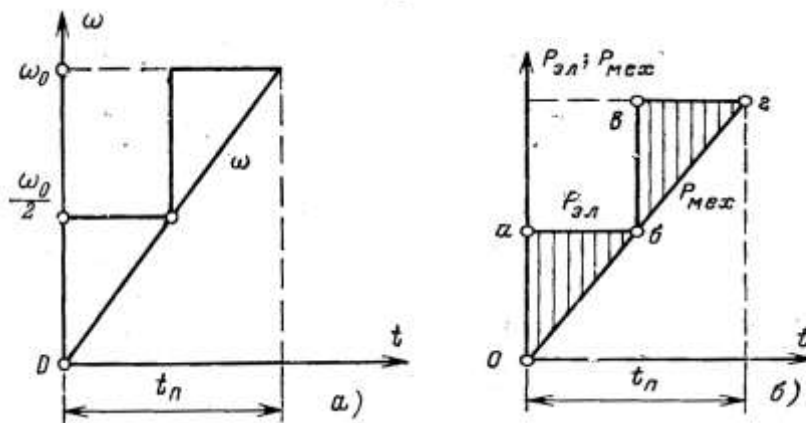
Hemişelik tokly iki hereketlendirijili ýöredijiniň iki basgançakda garaşsyz oýandyryşly hereketlendiriji bilen güýjenmeleriniň üýtgemegi bilen işe goýberiliş ýagdaýyna seredeliň, hereketlendirijileriň her biri ylaýyk güýjenme üçin göz önünde tutulandyr. Ilki başda (surat 9.9a) iki hereketlendirijileriň hem ýakorly zynjyrlary yzygiderli işledilendir, we hereketlendirijileriň hersiniň ýakorlarynyň çygalgasyna gelýän güýjenme ylaýyklygynyň ýarymyna deňdir, hereketlendirijileriň ikisi hem ýarymly burç tizligine bat alýar. Burç tizligine çenli işe goýberilişde energiýanyň ýitgileriniň aşakdakyny düzjekdigini aýdyňdyr:

$$\Delta A_{n.0I} = J_{\Sigma} (w_0/2)^2 / 2 = J_{\Sigma} w_0^2 / 8$$

$w_0/2$ burç tizliginden w_0 çenli indiki bat almada bolsa, iki hereketlendirijini parallele yzygiderli gaýtadan utgaşdyryp amala aşyrylmada (sur 9.9,b) energiýanyň ýitgilerine deňdir:

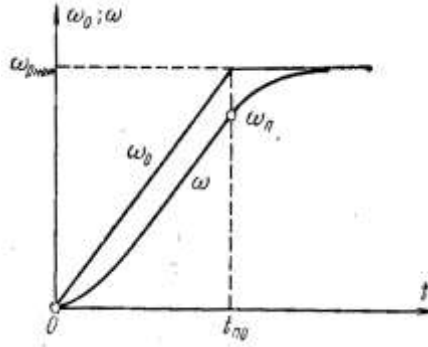
$$\Delta A_{n.0II} = J_{\Sigma} (w_0 - w_0/2)^2 / 2 = J_{\Sigma} w_0^2 / 8$$

Şeýlelik bilen, jemleýji ýitgiler (iki basgançakda işe goýberiliş): $\Delta A_{n.0I} = J_{\Sigma} w_0^2 / 4$ ýagny bir basgançakda işe göýbermekdäkä seredende 2 esse azdyr. 9.10,a we b suratda getirilen, çyzgytlar iki hereketlendirijili ýöredijini iki basgançakda işe göýbermek prosessiniň ýönekeýleşdirilen görnüşde beýan edýärler; ştrihlenen üçburçlygynyň meýdanlary energiýanyň ýitgilerine göni baglanşyklydyr.



9.10 surat. Hemişelik tokly iki hereketlendirijili ýöredijiniň garaşsyz oýandyryşly hereketlendiriji bilen iki basgançakda çaltlygyny güýçlendirme prosessiniň çyzgytlary.

a – güýjenme we burç tizligi çyzgytlary; b – elektriki we mehaniki kuwwatlaryň çyzgytlary.



Sur.9.11. Ýokara güýjenmäniň eltilmegi wagtynda liniýaly üýtgeşe ýoly bilen garaşsyz oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň boş işe göýberilmeginde $w_0(t)$ we $w(t)$ baglylyklar.

Garaşsyz oýandyryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň ýakoryna eltilýän güýjenmäniň wagt boýunça liniýaly üýtgemegi ýagdaýynda $w_0(t)$ we $w(t)$ baglylygy boş işe göýbermedi, 9.11 suratda görkezilişi ýaly bermek mümkin. Bu ýerde işe göýberilişiň birinji etabynda $t \leq t_{no}$ bolmagynda

$$W(t) = \varepsilon_n t - T_M \varepsilon_n (1 - e^{-t/T_M});$$

$$M = J \varepsilon_n (1 - e^{-t/T_M});$$

$$\text{Ikinji etapda } t > t_{no} \text{ bolmagynda } \omega(t') = w_{0nom} + (w_n - w_{0nom})e^{-t'/T_M}; M = M_n e^{-t'/T_M} \quad (9.26)$$

Bu ýerde ε_n - burç tizlenmesi; T_M -ýöredijiniň elektromehaniki hemişelik wagty;

w_{Π} we M_{Π} -degişlilikdäki burç tizligi we moment $t = t_{\Pi 0}$ bolmagynda; $t' = t - t_{\Pi 0}$

Energiýanyň ýitgileri:

$$\Delta A_{n,0} = \int_0^{t_n} M (w_0 - w) dt$$

$t_{\Pi 0} \gg T_M$ diýip çak etmek we $w(t)$ üçin liniýaly baglylygy ýönekeýleşdirmek üçin göýberip, alýarys:

$$w(t) \approx \varepsilon_n \cdot t - T_M \varepsilon_n$$

Mundan başga-da,

$$w_0 - w = T_M \varepsilon_n; M = J \frac{dw}{dt} = J \varepsilon_n; \varepsilon_n t_{no} \approx w_{onom}$$

Onda

$$\Delta A_{no} = \int_0^{t_n} J \varepsilon_n T_M \varepsilon_n dt.$$

Ýa-da gutarnykly

$$\Delta A_{no} = \frac{J w_{0nom}^2}{2} \frac{2 T_M}{t_{no}}, \quad (9.27)$$

(9.27) – den görnüşi ýaly, haçanda $T_M \ll t_{no}$, energiýanyň ýitgileri güýjenmäni liniýaly üýtgetmeli işe göýberişde hemişelik güýjenmeli işe göýberiş ýagdaýyndaka seredende uýjlylyk azdyr (5-6 esse).

Eger garaşsyz oýandyryjyly hemişelik tokly hereketlendirijiniň işe göýberilşi generatoryň oýandyryjyly sargylaryny doly güýjenmä işletmek bilen Γ - Π ulgamda geçirilse we generatoryň EHG eksponensial kanun boýunça üýtgeşe, onda ýokarky zynjyrdaky ýitgiler

$$\Delta A_n = \int_0^{t_n} i_{ya}^2 (R_{ya.g} + R_{ya.d}) dt \quad (9.28)$$

Boş işe goýbermeklik üçin indiki hasap bilen

$$i_{ya} = I_{k,u} (e^{-t/T_B} - e^{-t/T_M}) \frac{1}{m-1} \quad (9.29)$$

Özgerdilenden soň alarys:

$$\Delta A_{noG-D} = \Delta A_{n.o} \frac{1}{m+1} \quad (9.30)$$

Bu ýerde $\Delta A_{no} = Jw_0^2 / 2$; $m = T_B / T_M$ – ýöredijiniň elektromehaniki hemişelik wagtyna oýandyryş sargysynyň hemişelik wagtyňyň gatnaşygy.

(9.29) we (9.30) – den görnüşi ýaly, T_M bilen deňeşdirilende T_B näçe uly bolsa, generatoryň EHG hem şonça-da haýal ösýär, hereketlendirijiniň işe göýberilşi haýallaşýar we energiýanyň ýitgileriniň ösmegine getirýär.

Ýüklenmäň aşagynda işe göýbermekde Γ - Π ulgamyň ýokarly zynjyryndaky ýitgileriň deňdigini görkezmek mümkin:

$$\Delta A_{n.G-D} = \Delta A_{noG-D} + P_c (2T_M + \Delta \omega_c t_n / \omega_o) \quad (9.31)$$

Bu ýerde P_c , $\Delta \omega_c$ - hereketlendiriji tarapyndan sarp edilýän, deňşililikdäki kuwwatlyk we generatoryň ornaşdyrylan EHG-de M_c Yuklenme momentine esaslanan, burç tizliginiň pese düşmesi.

Generatoryň oýandyryş sargylaryndan güýjenmäni aýyrmak ýoly bilen boş rekupatiw saklamak prosesinde ýokarly zynjyrdaky ýitgiler düzer:

$$\Delta A_{TO} = \Delta A_{no} \frac{1}{m+1}; \quad (9.32)$$

$M_c = \text{const}$ bolmagynda hem şeýle

$$\Delta A_{TG-D} = \Delta A_{n.o} \frac{1}{m+1} - P_c (2T_M + \Delta \omega_c t_T / \omega_o), \quad (9.33)$$

Ýüklenmäň aşagynda saklamakdaky ýitgiler şol bir wagtda boşlukdaka seredende ýokarda toguň az bolmagy sebäpli az bolýar.

Asinhronly hereketlendirijidäki işe göýberiş ýitgioleri, eger ΔP_k hemişelik düzüji ýitgileri ünsden düşirsek, boş hereketiň togunyň täsiri bilen ýagny $I_1 \approx I_2$ hasap etsek, formula boýunça kesgitlemek mümkin.

$$\Delta A_n = \int_0^{t_n} 3I_2' (R_1' + R_2' + R_{2dob}') dt, \quad (9.34)$$

$M_c = 0$ bolmagynda

$$dt = -(Jw_0 / M) ds.$$

Rotorly zynjyrdaky kuwwatlylygyň ýitgisini typmaklyk kuwwatyny üstünden aňladyp, ýagny $3I_2'(R_2' + R_{2dob}') = Mw_0 S$, çylşyrymly bolmadyk özgerdilmeleriň netijesinde alýarys:

$$\Delta A_n = \int_{S_{son}}^{S_{bas}} Jw_0^2 S \left[1 + \frac{R_1'}{R_2' + R_{2dob}'} \right] ds, \quad (9.35)$$

Ýa-da $S_{baş} = 1$ we $S_{soň} = 0$ hasaba almak bilen

$$\Delta A_{n0} = \frac{Jw_0^2}{2} \left(1 + \frac{R_1'}{R_2' + R_{2dob}'} \right), \quad (9.36)$$

Bu ýerde w_0 – hereketlendirijiniň sinhronly burç tizligi; R_1, R'_2, R'_{2dob} -rotoryň fazasynyň garşylyk statorynyň zynjyryna getirilen, statoryň fazasynyň deňşililikdäki garşylygy we rotoryň zynjyrynda goşmaça rezistoryň garşylygy; gysga utgaşma rotorly hereketlendiriji üçin $R'_{2dob}=0$.

(9.36 suratdan) görnüşi ýaly, işe göýberişdäki ýitgiler durýar:

1) Rotorly zynjyrdaky ýitgilerden: $\Delta A_{no2} = Jw_0^2 / 2$, kinetiki energiýanyň ähtiyäçlygyndan kesgitlenilýän, işe göýberilşiň soňunda ýöredijiniň eýe bolmag

2) Statorly zynjyrdaky ýitgilerden : $\Delta A_{noi} = \frac{Jw_0^2}{2} \frac{R_1}{R'_2 + R'_{2dob}}$ statoryň we rotoryň

işjeň garşylyklaryndan bagly bolan, rotorly zynjyryň garşylygy näçe uly bolsa, asinhronly hereketlendirijiniň statorndaky ýitgiler şonçada azdyr. Statorda ikilenji garşylygyň ösmegi bilen ýitgileriň kemelmesi işe goýberiş togunyň kemelmesi bilen düşindirilýär.

Gysga utgaşma rotorly hereketlendiriji üçin $R_{2dob}=0$, we düzüji ýtgi statorda deň:

$$\Delta A_{noi} = \frac{Jw_0^2}{2} \frac{R_1}{R'_2}$$

Gysga utgaşma rotorly umumy belenleşli hereketlendirijilerde

$R_1 \approx R'_2$, ýagny bu ýagdaýda statorndaky energiýanyň düzüji ýitgileri kinetiki energiýanyň ätiýaçlygyna, ýagny rotordaky ýitgilere sanlaýyn deňdir.

Ýokarlandyrylan garşylyga eýe bolan, gysga utgaşma rotorynyň ýörite gurluşy bolan hereketlendirijileri ulanmaklygyň hasabyna, statorndaky ýitgileriň azalmasyny gazanmaklyk mümkin. Olar tutuş polat rotorly hereketlendirijiler we ýokarlandyrylan ylaýyk tyýpançakly hereketlendirijilerdir. Çuňňur fazaly rotora eýe bolan hereketlendirijiler typmaklyk funksiýasynda üýtgeýän, ýokarlandyrylan garşylykly rotora eýedirler. Rotorly zynjyrdaky ýitgiler boş işe göýbermekde hereketlendirijileriň ähli görnüşleri üçin kinetiki energiýa ätiýaçlygy bilen kesgitlenilýär.

Ýüklenmäh aşagynda asinhronly hereketlendirijiniň işe göýberilmegindäki energiýany ýitgileri ($M_c = \text{const}$) formula boýunça kesgitlenip bilner

$$\Delta A_n \approx A_{no} \frac{M_{n,cp}}{M_{n,cp} - M_c} \quad (9.37)$$

Bu ýerde $M_{n,cp} = (\lambda + K_n) M_{HOM} / 2$ - asinhronly hereketlendirijiniň orta işe göýberiş momenti; $\lambda = M_k / M_{HOM}$; $K_n = M_n / M_{hom}$; M_n - işe göýberiş momenti.

Asinhronly hereketlendirijidäki energiýanyň ýitgileri ters işletmekli saklanmada (9.25) boýunça oňa $S_{baş}=2$ we $S_{soň}=1$ integrirleme çäklerini goýmak arkaly tapylyp biliner, onda

$$\Delta A_{T,no} = \frac{3Jw_0^2}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R'_2 + R'_{2dob}} \right) \quad (9.38)$$

Eger ters işletmekli saklanyş ýüklenmäh aşagynda ($M_c = \text{const}$) geçirilse, onda ýitgiler deňdir:

$$\Delta A_{T,n} = \Delta A_{T,no} \frac{M_{T,cp}}{M_{T,cp} + M_c} \quad (9.39)$$

Bu ýerde $M_{T,cp}$ – ters işletmeli saklanyşda asinhronly hereketlendiriji tarapyndan ölýän, orta moment.

Hereketlendirijiniň rotorly zynjyryndaky energiýanyň ýitgileri boş dinamiki saklanyş döwründe ýöredijiniň saklanylşyň başynda eýe bolýan, kinetiki energiýanyň ähtiýaçlygy bilen kesgitlenilýär, ýagny

$$\Delta A_{T,din02} = J\omega_0^2 / 2$$

Bu ýagdaýda statordaky ýitgiler

$$\Delta A_{T,din1} = 3I_{ekw}^2 R_1 t_T \quad (9.40)$$

bu ýerde I_{ekw} – statoryň ekwiwalentli togy; t_T – dinamiki saklanylşyň wagty.

Ahyrynda, eger dinamiki saklanyş ýüklenmäň aşagynda ($M_c = \text{const}$) bolup geçse, onda rotorly zynjyrdaky ýitgiler

$$\Delta A_{T,din2} = \Delta A_{T,din02} \frac{M_{T,din,cp}}{M_{T,din,cp} + M_c} \quad (9.41)$$

Statordaky ýitgiler bu ýagdaý üçin (9.40) boýunça saklanylşyň wagty şol bir ähmiýetde I_{ekw} az bolar diýilip hasap etmek arkaly kesgitlenilýär.

Iki – ýa-da köp tizlikli hereketlendirijilerde energiýanyň ýitgileri, uýyly uly ölçeglere we inersiýa pursatyna eýe bolan, köp tizlikli hereketlendirijiniň uly burç tizligine deň, ylaýyk burç tizligine eýe bolan, şol bir kuwwatlykly bir tizlikli hereketlendirijä seredende uýyly ýokarydyr. Şonuň üçinem köp tizlikli hereketlendirijiniň uly burç tizliginde göni işe göýberilmesi işlerlikli däl. Energiýanyň işe goýberiş ýitgilerini kemeltmek üçin basgançakly işe goýberiliş ulanmaklyk maksada laýykdyr, äki tizlikli hereketlendiriji ýagdaýynda işe goýberiliş iki basgançakda amala aşyrylýar. Statoryň sargysynyň işledilmesinde sinhronly burç tizligi ýokarkynyň ýarymyna deň ($W_0/2$) bolar ýaly ýagdaýda birinji basgançaga işe goýberilmese, energiýanyň ýitgileri ($M_c=0$) düzer:

Yz ýanyndan, iki basgançakly işe goýberilişde energiýanyň ýitgileri bir basgançakly işe goýberilişde seredende iki esse az bolar eger R_1/R_2 gatnaşyk polýuslaryň sanyny gaýtadan ulaşdyrmak bilen üýtgemän saklansa. Iki basgançakly hereketlendirijiniň basgançakly işe goýberilmegi, güýjenmäni iki basgançakda ýokara eltip üýtgetmek bilen garaşsyz oýaryşly mydamalyk tokly hereketlendirijiniň işe goýberilişine meňzeşdir.

Üç ýa-da dört tizlikleýin hereketlendirijileriň köp basgançakly işe goýberilmeginde energiýanyň ýitgileri ýene-de has uly çekde peseler.

Iki ýa-da köp tizlikleýin asinhronly hereketlendirijileriň ýitgileri azaltmaklyk maksady bilen saklanmasy hem basgançakly bolup biler.

Eger iki tizlikleýin hereketlendiriji W_{02} we W_{01} sinhronly burç tizliklerine eýe bolsa, onda W_{02} –den W_{01} çenli saklanylşy energiýany seterekuperasiýa bilen W_1 -den 0 çenli bolsa ters işletmeklik ýa-da dinamiki saklanyş bilen amala aşyrmak mümkin. Birinji basgançakda boş rekuperatiwsaklamadaky energiýanyň ýitgilerini formula boýunça kesgitlemek mümkin.

$$\Delta A_{rek0} = \frac{J\omega_{02}^2}{m^2} K' \int_0^{1-m} S dS = \frac{J\omega_{02}^2}{2} K' \frac{m^2 - 2m + 1}{m^2}, \quad (9.45)$$

bu ýerde $m = \omega_{02} / \omega_{01}$; $K' = (R_2 + R_1) / K_2$.

Ikinji basgançakda energiýanyň ýitgileri

$$\Delta A_{T,no} = \frac{J\omega_{02}^2 K''}{m^2} \int_1^2 S dS = \frac{J\omega_{02}^2 K''}{2} \frac{3}{m^2} \quad (9,46)$$

Basgançakly saklanyşdaky jemleýji ýitgiler ($K'=K''=K$)

$$\Delta A_{T0cmyn} = C_0 K \frac{m^2 - 2m + 4}{m^2}; \quad (9,47)$$

Bu ýerde $C_0 = J\omega_{02}^2$

Eger saklanyşly saklanyşa çenli uly burç tizligi bilen ters işlemekli amala aşyrsaň, onda

$$\Delta A_{T,no} = C_0 K \int_1^2 S dS = \frac{3}{2} C_0 K \quad (9,48)$$

(9,47) boýunça ýitgileriň (9,48) boýunça ýitgilere gatnaşygy

$$\Delta A_{T0cmyn} / \Delta A_{T,no} = \frac{2}{3} \frac{m^2 - 2m + 4}{m^2} \quad (9,49)$$

Görkezilen çäklendirmede ýitgileri deňlemeleriň indiki ulgamyndan tapmak mümkin:

$$\begin{aligned} M &= \varphi(\beta, a); \\ M &= Mc + Jdw/dt \\ \omega &= \omega_{1nom}(a - \beta); \\ a &= \psi(t). \end{aligned} \quad (9,50)$$

hereketiň deňlemesini öz nobatynda indiki ýaly aňlatmak mümkin:

$$M = Mc + J\omega_{1nom} \frac{da}{dt} - J\omega_{1nom} \frac{d\beta}{dt} \quad (9,51)$$

(9,51)-den görnüşi ýaly, dinamiki pursat iki sany düzüji bilen berilýär:

$$M_{dina} = J\omega_{1nom} \frac{da}{dt} = J\varepsilon; \quad (9,52)$$

$$M_{din}\beta = J\omega_{1kom} \frac{d\beta}{dt}, \quad (9,53)$$

bu ýerde $\varepsilon = d\omega_1 / dt$.

Hereketlendirijiniň pursatyny $\beta < \beta_k$ bilen dolandyrmakda liniýaly deňleme bilen bermek mümkin:

$$M = K_\beta \beta, \quad (9.54)$$

bu ýerde $K_\beta = M_{kom} / S_{kom}$

(9,50)-den üçünji deňlemäni we (9,54) hasaba almak bilen, ýygyllykly dolandyryşda hereketlendirijiniň mehaniki häsiýetnamasynyň aňlatmasyny alýarys

$$M = K_{\beta}a - K_{\beta}\omega / \omega_{1kom} \quad (9,55)$$

we hereketiň deňlemesini $K_{\beta} + J\omega_{1rbom} \frac{d\beta}{dt} = Mc - (9,56)$

$$K_{\beta}d\alpha(t) = Mc + \frac{K_{\beta}}{\omega_{1nom}}\omega + J \frac{d\omega}{dt} \quad (9,57)$$

ýygylgyň wagt boýunça liniýaly üýtgemegi üçin, $\varepsilon = const$, absolýut typma parametrini formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$\beta = \frac{Mc + J\varepsilon}{K_{\beta}}(1 - e^{-t/T_M}) + \beta^{-t/T_M} \quad (9,58)$$

bu ýerde $T_M = J\omega_{1nom}S_{nom} / M_{nom}\beta_c = M_c / K_{\beta}$

Işe göýberişde energiýanyň ýitgileri

$$\Delta A_n = \int_0^{t_n} M\omega_{1nom}\beta(1 + R_1 / R_2)dt. \quad (9,59)$$

$\beta = f(t)$ baglylygy bilmek bilen, ΔA_n kesgitlemek mümkin; $Mc=0$ bolmagynda, ýönekeýleşdirmе üçin $t_n \gg T$ diýip, kabul edip, alýarys: $\beta = J\varepsilon / K_{\beta}$;

$$\Delta A_{no} = \frac{J\omega_{1kom}^2}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \frac{2T_M}{t_{no}} \quad (9,60)$$

Şeýlelik bilen, (9,60)düýbünden (9,27)meňzeş, bu garaşylşy ýaly boldy.(9,60) görnüşü ýaly, $T_M \ll t_{no}$ üçin ýitgiler işe göýberilişde $\beta < \beta_k$ bilen $a=1$ bilen asinhronly hereketlendirijini göni işletmeklik ýagdaýyna seredende ujypsly azdyr.

Ýygylkly saklanyşdaky ýitgilerhem şeýle tapylp bilner.

Geçişli režimlerde asinhronly hereketlendiriji bilen dolandyrmagyň dürli usullarynda energiýanyň ýitgilerini kesgitlemek üçin ýokarda getirilen gatnaşyklar elektromagnitli prosesleriň täsirini we magnitli zynjyryň doýgunlaşmasyny hasaba almaýar. Olaryň täsirini asinhronly hereketlendirijiniň differensial deňlemesini çözmegiň netijesinde bahalandyrmak mümkin. Kuwwatlyklar ýitgisi we energiýanyň ýitgisi üçin doldurulan bu deňlemeler çylşyrymly we liniýasyzdyrylar we analitiki çözülmeyärler. Olaryň çözgidi hasaplanyş tehnikaýyň serişdelerini ulanmaklyk ýoly bilen mümkindir.

9.3. Hereketlendirijiniň gyzmasy we sowamasy. Elektroyöredijileriň iş režimleriniň klassifikasiýasy.

Hereketlendirijide energiýanyň ýitgileri onuň bölekleriniň gyzmagyna getirýär. Hereketlendirijiniň ýol berilýän gyzmasy ulanylýan izolýasion materiallaryň

gyzmaklyga durnuklylygy bilen kesgitlenilýär. Gyzmaklyga duirnuklylyk näçe uly bolsa, şonça-da şol bir kuwwatlylykda hereketlendirijiniň ölçegleri kiçidir ýa-da şol bir ölçeglerde onuň kuwwatlylygyny ulaltmak mümkin. Hereketlendirijiniň gowy ulanylmasyna onuň sowadylmasynyň has düýpli ulgamy täsirini ýetirýär. Elektriki maşynlarda ulanylýan, izolýasion materiallar, gyzmaklyga durnuklylygyň indiki esasy klaslaryna bölünýärler.

A. klasly izolýasiýa. Bu klasa pagta matalar, süýümler kagyz, sellýulozdan we atlasdan suýuk dielektrige iýmitlendirilen ýa-da çümdirlen süýümlü materiallar degişlidir. Ýol berilýän çäkli temperatura 105°C . Häzirki wagtda A klasly izolýasiýaly elektriki hereketlendirijiler düýbünden ýasalmaýar. Şeýle izolýasiýa 2,2 KWt çenli kuwwatlykly II seriýaly mydamalyk tokly hereketlendirijiler we A seriýaly asinhronly hereketlendirijiler eýedirler.

E klasly izolýasiýa. Bu klas ýarym efirli epoksidli esasdaky sintetiki emallara we olara meňzeş sakgyçlary, sintetiki organiki örtükleri we ş.m., sintetiki materiallary goşýar. Gyzmaklygyň ýol berilýän çäkli temperaturasy 120°C . Bu izolýasiýa az kuwwatlykly hereketlendirijilerde uly bolmadyk ulanylşa eýedir. Esasanda hereketlendirijileri B we F klassly izolýasiýa bilen ýasaýarlar.

B klassly izolýasiýa. Bu klasa slýuda, abset, aýna süýümler we arganiki geçmişli baglanşykly materially degişlidir. Gyzmaklygyň ýol berilýän çäkli temperaturasy 130°C . Bu materiallar aýlaw oky 132 mm çenli beýiklikli 2II seriýaly hereketlendirijilerde alynýlar.

F klassly izolýasiýa. Bu klas edil B klassyň materiallary ýaly materiallary goşýar, emma sintetiki baglanşyklandyryjylar bilen utgaşýan we kremniý organiki birleşmeler bilen medisisilirlenen, siňiji düzümlü materiallary goşýar. Gyzmaklygyň ýol berilýän çäkli temperaturasy 155°C . Şeýle izolýasiýa indiki seriýaly hereketlendirijilere eýedirler: aýlaw oky 132 mm ýokary beýiklikli 4A seriýaly, aýlaw oky 225mm ýokary beýiklikli 2II seriýaly; MTF, MTKF, 14KWt ýokary kuwwatlykly köne II seriýaly hereketlendirijiler.

H klassly izolýasiýa. Bu klasa edil B klassyň materiallary ýaly, emma kremniý organiki baglanşdyryjylar bilen utgaşýan we siňiji düzümlü materiallar degişlidir. Ýol berilýän çäkli temperatura 180°C . Bu izolýasiýa köplenç işe göýberilýän we rewersli hereketlendirijiler üçin, şeýle-de daş töweregiň ýokary temperaturasynda ulanylýar. Şeýle izolýasiýa MTH, MTKH, D seriýaly hereketlendirijiler eýedirler.

C klassly izolýasiýa. Bu klas slýudany, keramiki materiallary, organiki däl baglanşdyryjy düzümler ýa-da baglanşdyryjy düzümlersiz ulanylýan aýnany, kwarsy goýar. Yol berilýän çäkli temperatura, 180°C uly. Bu materiallaryň gyzmaklyga durnuklylygy döwrebap elektromaşyngurluşygynda doly ulanylmaar, şonuň üçinem gyzmaklygyň çäkli temperaturasy bu klas üçin ornaşdyşdyrylmaýar.

Hereketlendirijilerde ýylylyk prosesleriň derňewindäki ýol berilmeler bilen geçirilýär:

- 1) hereketlendirijä gutarnyksyz uly ýylylykgeçirijilige eýe bolan, ýylylyk bölünmesiniň ähli nokatlarynda we sowaýan töwerek bilen gatnaşan nokatlarda birmeňzeş temperaturasy, birmeňzeş göwre hökümünde seredilýär;
- 2) daş-töwerege ylylyk berijilik hereketlendirijiniň we daş-töweregiň temperaturalarynyň tapawudynyň birinji derejesine göni baglanşyklydyr;
- 3) daş-töweregiň temperaturasy mydamalykdyr;
- 4) hereketlendirijiniň ýylylyk sygymy, ýylylyk ýitgileriniň kuwwatlylygy we ýylylyk berijilik hereketlendirijiniň temperaturasyndan bagly däl.

Hereketlendirijiniň ýylylyk balansynyň deňlemesi üýtgemeyän ýüklenmede görnüşe eýedir:

$$Qdt = A\alpha dt + Cd\tau, \quad (9,61)$$

bu ýerde Q -hereketlendiriji tarapyndan wagt birliginde bölünýän, ýylylygyň mukdary, Dž/C; A -hereketlendirijiniň ýylylyk berijiligi-temperaturanyň 1°C tapawudynda wagt birliginde sowadyjy töwerege sowadyjy tarapyndan berilýän, ýylylyk mukdary, Dž($^\circ\text{C}$); τ - daş-töweregiň temperaturasynyň üstünde hereketlendirijiniň temperaturasynyň ýokarlanmagy, $^\circ\text{C}$ deň:

$$\tau = \vartheta_D - \vartheta_{o.c}, \quad (9,62)$$

bu ýerde $\vartheta_D, \vartheta_{o.c}$ - hereketlendirijiniň we daş-töweregiň deňşililikdäki temperaturasy, $^\circ\text{C}$; C -hereketlendirijiniň ýylylyk sygymy-hereketlendirijiniň temperaturasyny 1°C ýokarlandyrmak üçin gerek bolan, ýylylygyň mukdary, Dž/ $^\circ\text{C}$.

(9,61) deňlemäniň çlenlerini $A dt$ bölüp, alarys:

$$\frac{Q}{A} = \tau + \frac{C}{A} \frac{d\tau}{dt}, \quad (9,63)$$

ýa-da

$$\tau + T_H \frac{d\tau}{dt} = \tau_y, \quad (9,64)$$

bu ýerde T_H – hereketlendirijiniň gyrgyzmagynyň mydamalyk wagty – dowamynda temperaturanyň $\tau = 0$ -dan ýokarlanmagy $Q = \text{const}$ bolmagynda we sowadyjy töwerege ýylylyk berijiligiň bolmazlygynda ornaşdyrylan ähmiýete ýetip biljek, wagt, $T_H = C/A$.

(9,64) deňlemäniň çözgüdi

$$\tau = \tau_y(1 - e^{-t/T_H}) + \tau_0 e^{-t/T_H}; \quad (9,65)$$

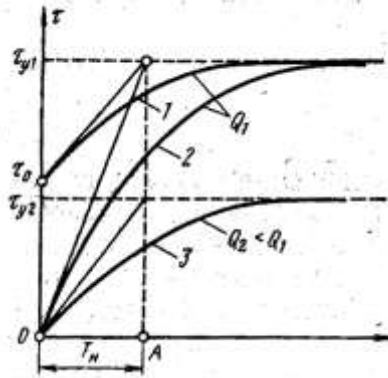
bu ýerde τ_y, τ_0 - hereketlendirijiniň temperaturasynyň daş-töweregiň temperaturasynyň üstünde ýokarlanmagynyň deňşililikdäki gutarnykly we başlangyç ähmiýeti:

$$\tau_y = Q/A \quad (9,66)$$

Eger $\tau_0 = 0$, onda (9,65) görnüşe eýe bolar:

$$\tau = \tau_y(1 - e^{-t/T_H}) \quad (9,67)$$

(9,65) we (9,67) laýyklykda 9,12 suratda şol bir ýüklenmede ($Q_1 = \text{const}$) $\tau_0 > 0$ we $\tau_0 = 0$ üçin deňşililikde hereketlendirijiniň gyrgyzmagynyň 1 we 2 gysyklygy gurulandyr. Eger hereketlendiriji ($Q_2 < Q_1$) az ýüklense, onda bu ýagdaýa $\tau_0 = 0$ diýilen şertde, gysyklyk 3 jogap berýär.



Sur. 9.12. Hereketlendirijiniň gyzmasy grafyklary.

9.13. Suratda hereketlendirijiniň sowadylyş prosesini şöhlelendiriji, gysyklyklar berilendir. Bu ýerde gyşyklyk 1 ýüklenmäň azalmasyna, 2 we 3 gyşyklyklar bolsa hereketlendirijiniň setden öçürilmesine gabat gelýärler.

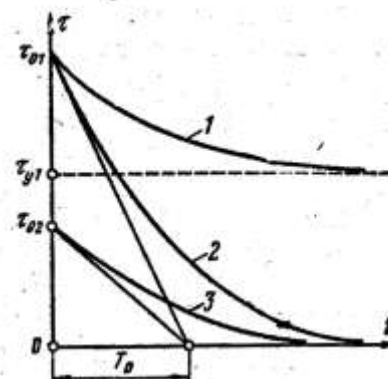
Hereketlendirijiniň gyzyş prosessi ýylylygy daş-töwerege bermezden bolup geçýär diýip çak edeliň, onuň temperaturasynyň ýokarlanmagy liniýaly kanun boýunça üytgeýär. Bu ýerden görnüşi ýaly, hereketlendirijiniň gyzmagynyň mydamalyk wagty absiss okuna perpendikulýaryň arasynda jemlenen, kesime deňdir.

Hakyky şertlerde T_H wagtda hereketlendirijiniň ýylylyk berijiliginiň netijesinde hereketlendirijiniň temperaturasynyň ýokarlanmagy $\tau = 0,632$

τ_y ähmiýete ýeter, (9,67) görnüşi ýaly, $t = T_H$:

$$\tau = \tau_y (1 - e^{-1}) = 0,632 \tau_y. \quad (9,68)$$

Gyzyşyň hakyky gysyklygy eksponentlerde biraz tapawutlanýar. Gyzyş prosessiniň başynda hereketlendirijiniň temperaturasynyň ýokarlanmasy teoretiki gysyklygasedende çalt gidýär, we diňe $\tau = (0,5 \div 0,6) \tau_y$ -dan $\tau = \tau_y$ çenli başlap hakyky gysyklyk eksponalna golaýlaşýar. Şonuň üçinem gyzyşyň mydamalyk wagtyň galtaşma usuly boýunça başlangyç uçastokda kesgitlenilmesi uýjly ýalňyşlyga getirip biler.



Sur.9.13. Hereketlendirijiniň sowamasy grafyklary .

Az we orta kuwwatlykly açyk ýerine ýetirilişi öz-özünden wentilirlenýän hereketlendirijilerde mydamalyk wagt 1 sagat töwregini düzýär, uly kuwwatlykly ýapyk görnüşli hereketlendirijilerde bolsa – 3-4 sagat. Öz-özünden wentilirlenýän hereketlendirijiniň

öçürilmeginde we onuň saklanmasynda sowadylmaň mydamalyk wagty T_0 gyzyşa seredende T_H ujyply uly bolýar. Bu, öz-özünden wentilirlenýän hereketlendirijiniň saklanmagynda onuň ýylylyk berijiliginiň kemelýänligi bilen düşündirilýär. Ýylylyk berijiligiň ýaramazlaşma koeffisiýenti hereketsiz ýokaryň (rotoryň) bolmagynda

$$\beta_0 = A_0 / A \quad (9,69)$$

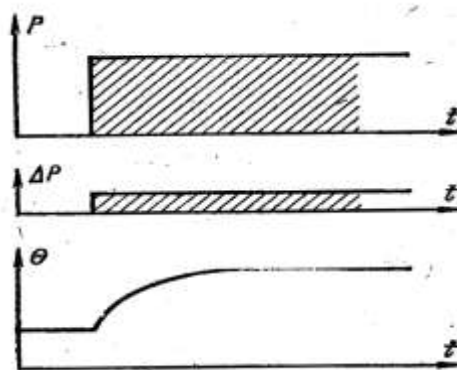
bu ýerde A_0, A -hereketsiz kereklendirijidäki ýylylyk berijilik we ylaýyk burç tizligi deňşililikde.

Dürli ýerine ýetirilişli hereketlendirijiler üçin β_0 koeffisiýentiň takmynyň ähmiýeti aşakda getirilendir:

Hereketlendirijiniň ýerine ýetirilişi.....	β_0
Garaşsyz şemallaşdyrylyşly ýapyk.....	1
Mejbury sowadyşsyz ýapyk.....	0,95-0,98
Öz – özünden wentilirlenýän ýapyk.....	0,45-0,55
Öz – özünden wentilirlenýän goralan.....	0,25-0,35

(9,65) ýa-da (9,67)-den görnüşi ýaly hereketlendirijiniň ornaşdyrylan temperatura çenli gyzyş wagty gutarnyksyzlyga deňdir. Hereketlendirijiniň gyzmagyny, haçanda onuň temperaturasynyň ýokarlanmagy $(3-4)T_H$ deň bolan, gyzyşyň başyndaky wagtyň üstünden deňşililikdäki ähmiýete ýetende $(0,95-0,98) \tau_y$ tamamlanan hasap etmek mümkin.

Önümçilik mehanizmleriniň dürli iş şertleri, S1-den S8¹ çenli şertli belgili sekiz reime klasifisirilenýän, elektroýöredijileriň dürli iş reimlerini esaslandyryrlar, bu hereketlendirijiniň kuwwatlylygyny has takyk hasaplamaga mümkinçilik berýär.

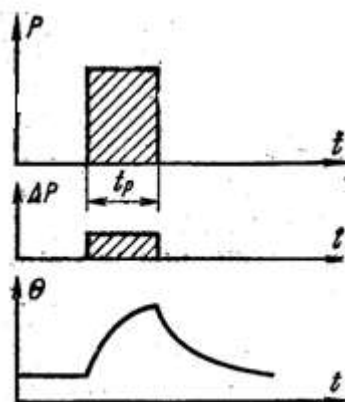


Sur.9.14. Hereketlendirijiniň walyndaky kuwwatlylygyň P , ýitgileriň kuwwatlylygynyň ΔP we işiň (S1) ylaýyk dowam edýän režimindäki wagtdan temperaturanyň Θ baglylygy.

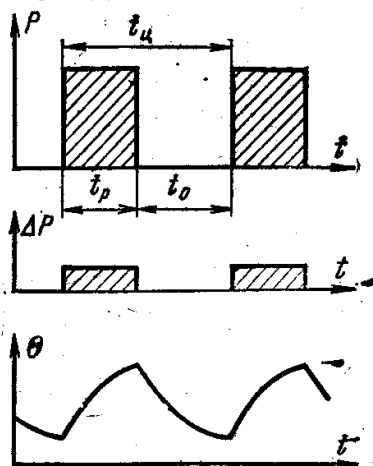
1. Elektiki maşynyň dowam edýän ylaýyk iş režimi (S1) diýilip, onuň ähli böleklerinde temperaturanyň ýokarlanmagy ornaşdyrylan ähmiýete ýetýän wagtda dowam edýän, üýtgemeyän ýüklenmedäki onuň iş režimi atlandyrylýar.

2. Gysga wagtlaýyn ylaýyk iş režimi diýilip, üýtgemeyän ylaýyk ýüklenmäniň döwürleri maşynyň öçüş döwürleri bilen gezeleşýän, režim atlandyrylýar (S2), şol wagtda ýüklenme döwürleri maşynlaryň temperaturalarynyň, ýokarlanmagy ornaşdyrylan ähmiýete ýeter ýaly dowamly däl, saklanyş döwri bolsa şeýle bir uzak, hat-da onuň ählisi bölekleri daş-töweregiň temperaturasyna çenli sowaýar (Sur.9.15.). Bu režimde iş döwüriniň dowamlylygy indiki ýaly maslahat berilýar: 10, 30, 60 we 90 minut.

3. Gaýtalanýan – gysga wagtlaýyn ylaýyk iş režimi diýilip (S3), üytgemeýan ylaýyk ýüklenmäniň gysga wagtlaýyn döwürleriniň maşynyň öçüriliş döwri bilen gezekleşýändigindäki režimi atlandyryrlar.



Sur.9.15. (S2) gysga wagtlaýyn režim üçin-wagtdan ö we $\Delta P, P$ baglylygy.

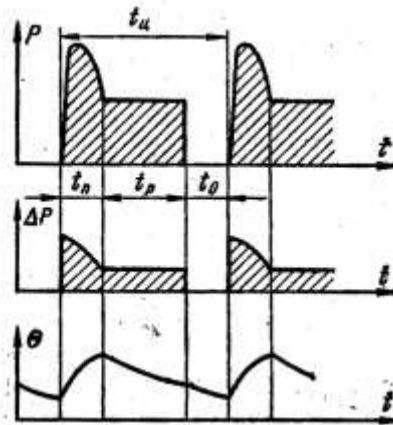


Sur.9.16. Gatlaklaýyn-gysga wagtlaýyn režim (S3) üçin wagtdan ö we $\Delta P, P$ baglylygy.

Işin bu režiminde (sur.9.16.) döwüriň dowamlylygy 10 minutdan geçmeýär, we režim işletmekligiň degişli dowamlylygy bilen häsiýetlenýär,%; $\Pi B = 15, 25, 40$ we 60% , Yagny formula boýunça kesgitlenilýän

$$\Pi B = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100 = \frac{t_p}{t_u} \cdot 100,$$

bu ýerde t_p -iş wagty; t_0 -pauzanyň wagty;
 t_u -sikiliň wagty.



Sur.9.17. ýygy işe göýberişli gaýtalama-gysga wagtlaýyn režim (S4) üçin wagtdan öwe ΔP , P baglylygy.

Bu režimdäki işe göýberişli ýitgiler maşynyň şaýlarynyň temperaturasynyň ýokarlanmagyna düýbünden täsirini ýetirmeýär.

4. Ýygy işe göýberişli gaýtalama-gysga wagtlaýyn ylaýyk iş režimi diýilip, S4 işe göýberiş döwürleri we gysga wagtlaýyn üýtgemeyän ylaýyk ýüklenmäniň maşynyň öçüriliş döwti bilen gezeleşmegindäki režimi atlandyrýarlar. Bu režimde işe göýberiş ýitgileri maşynyň şaýlaryny temperaturasynyň ýokarlanmagyna düýpli täsirini yetirýärler. Bu ýerde hereketlendirijiniň öçürilmeginden soňky saklanmasy mehaniki saklanylşyň bolmagynda amala aşyrylýar. Şonuň üçin hem hereketlendirijiniň öçürilmeginde onuň sargylarynda goşmaça gyzyş bolup geçmeýär (Sur.9.17.). Bu režim işletmekligiň degişli dowamlylygy, sagatda işe göýberişleriň sany we ýöredijiniň inersiýa koeffisiýenti bilen häsiýetlenýär. İşletmekligiň degişli dowamlylygy formula boýunça kesgitlenilýär

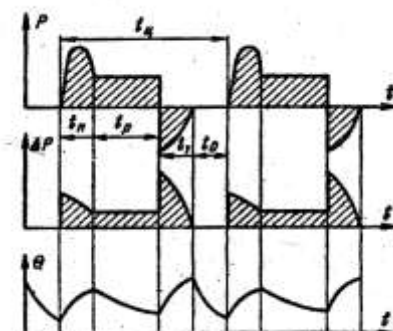
$$\Pi B = \frac{t_{II} + t_p}{t_{II} + t_p + t_0} \cdot 100. \quad (9.71)$$

Kadalaşdyrylýan ähmiýet $\Pi B = 15, 25, 40$ we 60% , Sagatda işe göýberişleriň kadalaşdyrylýan sany – $30, 60, 120$ we 240 .

Inersiýa koeffisiýenti – bu hereketlendirijiniň ýokarynyň inersiýa pursatyna hereketlendirijiniň walyna getirilen ýöredijiniň inersiýa pursatynyň gatnaşygy:

$$F1 = J \Sigma / J_p \quad (9.72)$$

Inersiýa koeffisiýentiniň kadalaşdyrylan ähmiýeti: $1, 2; 1, 6; 2, 5; 4; 6, 3; 10$.



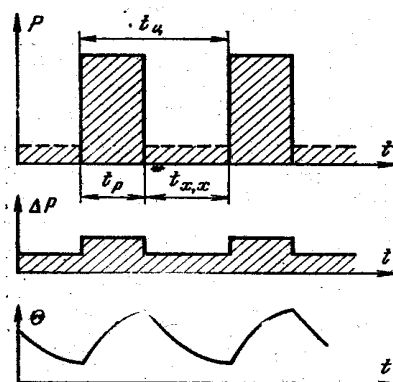
Sur.9.18. Ýygy-ýygydan işe göýberişli we elektriki saklanyşly gaýtalama-gysga wagtlaýyn režim (S5) üçin wagtdan $P, \Delta P$ we θ baglylygy.

5. Ýygy-ýygydan işe göýberişli we elektriki saklanyşly gaýtalama-gysga wagtlaýyn ylaýyk iş režimi diýilip (S5), işe göýberiş döwürleri, gysga wagtlaýyn üýtgemeyän ylaýyk ýüklenme we elektriki saklanyş maşynyň öçmegi bilen gezekleşmegindäki režime aýdylýar. Bu režimde işe göýberiş ýitgileri elektriki saklanyşda maşynyň şaýlarynyň temperaturalarynyň ýokarlanmagyna düýpli täsirini ýetirýärler. Bu režim işletmekligiň degişli dowamlylygy, sagatda işe göýberişleriň sany we inersiýa koeffisiýenti bilen häsiýetlenýär.

İşletmekligiň degişli dowamlylygy, %,

$$\Pi B = \frac{t_n + t_p + t_T}{t_n + t_p + t_T + t_0} \cdot 100 \quad (9.73.)$$

ΠB kadalaşdyrylan ähmiýeti, sagatda işe göýberişleriň sany we inersiýa koeffisiýentleri; $F1=6,3$ we 10 ähmiýetden başga we $F1=2$ goşmaça ähmiýeti goşmak bilen S4 režimdýalydyr.



Sur.9.19. Gezekleşip durýan režim (S6) üçin wagtdan $P, \Delta P$ we θ baglylygy.

6. Işin gezekleşip durýan ylaýyk iş režimi diýilip S6, üýtgemeyän ylaýyk ýüklenmäniň gysga wagtlaýyn döwürleriniň boş hereketli döwürler bilen gezekleşmegindäki režime aýdylýar.

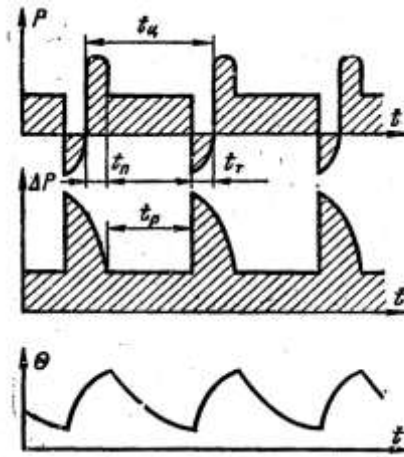
Ýüklenmäniň degişli dowamlylygy, %,

$$\Pi H = \frac{tp}{tp + tx.x} \cdot 100 \quad (9.74)$$

bu ýerde $tx.x$ - boş hereketiň wagty.

Kadalaşýan ähmiýeti $\Pi H=15,25,40$ we 60% .

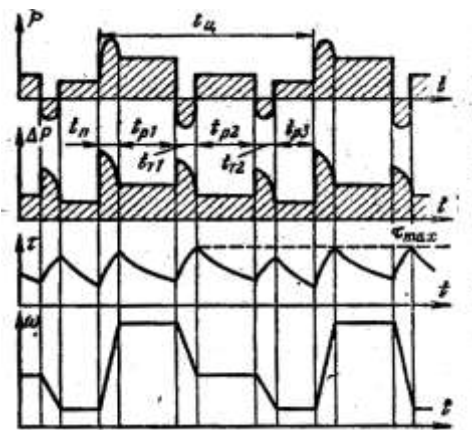
7. Ýygyllykly rewersli işin gezekleşip durýan ylaýyk režimi (S7) diýilip, rewer döwürleriniň üýtgemeyän ylaýyk ýüklenme bilen gezekleşmegindäki režime aýdylýar. Bu režimde rewersiwlemekdäki ýitgiler maşynyň şaýlarynyň temperaturasynyň ýokarlanmagyna düýpli täsirini ýetirýärler. Bu režim rewersleriň sagatdaky sany ($30,60,120$ we 240) we inersiýa koeffisiýenti (S5 üçin ýaly) häsiýetlenýär.



Sur.9.20. Ýgy rewersli gezekleşip durýan režim üçin wagtdan $P, \Delta P$ we θ baglylygy.

8. Iki ýa-da köp burç tizlikli işiň gezekleşip durýan ylaýyk režimi diýilip (S8), bir ýüklenmeden bir burç tizligine döwürler ýüklenmän deňişli bu burç tizliginde beýleki bir burç tizligine işiň döwürleri bilen gezekleşmegindäki režime aýdylýar.

Bu režimde bir burç tizliginden beýlekisine geçmekdäki ýitgiler maşynyň şaýlarynyň temperaturalarynyň ýokarlanmagyna düýpli täsirini ýetirýärler.



Sur.9.21. Iki we köp tizlikli gezekleşip durýan režim üçin wagtdan $P, \Delta P, \tau$ we w baglylygy.

Iki ýa-da köpräk burç tizlikli bu režim sagatda döwürleriň sany, inersiýa koeffisiýenti we ýüklenmän deňişli dowamlylygy, % bilen häsiýetlenýär, ýagny formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\Pi H_1 = \frac{t_n + t_{p1}}{t_n + t_{p1} + t_{T1} + t_{p2} + t_{T2} + t_{p3}} \cdot 100; \quad (9.75)$$

$$\Pi H_2 = \Pi H_1 = \frac{t_{T1} + t_{p2}}{t_n + t_{p1} + t_{T1} + t_{p2} + t_{T2} + t_{p3}} \cdot 100; \quad (9.76)$$

$$\Pi H_3 = \frac{t_{T2} + t_{p3}}{t_n + t_{p1} + t_{T1} + t_{p2} + t_{T2} + t_{p3}} \cdot 100; \quad (9.77)$$

bu ýerde t_{p1}, t_{p2}, t_{p3} – her burç tizliginiň iş wagty; t_{T1}, t_{T2} , - elektriki saklanylşyň wagty, t_n – işe göýberiş wagty.

Sagatda döwürleriň sanlarynyň kadalaşdyrylan ähmiýeti: 30,60,120,240; inersiýa koeffisiýentleri: 1,2; 1,6; 2; 2,5; 4.

9.4. Elektroýöredijileriň ýüklenme diogrammalary.

Elektroýöredijiniň ýüklenme diogramması aýlaw pursatynyň, toguň baglylygyny ýa-da hereketlendiriji tarapyndan wagtdan ölýän, kuwwatlylygyň baglylygyny häsiýetlendirýär. Ýüklenme diogrammalary, elektroýöredijiniň öte ýüklenme ukyplylygyny we elektrohereketlendirijiniň bar bolan görnüşi üçin ýol berilýän gysga wagtlaýyn ýüklenme bilen onuň goýulşyny bahalandyrmak üçin, şeýle-de öňünden saklanan hereketlendirijiniň gyzmagy boýunça kuwwatlylygyny barlamak üçin ulanylýar.

Elektroýöredijiniň ýüklenme diogramması mehanizmiň iş döwüriniň dowamynda elektroýörediji tarapyndan geçilýän, statiki we dinamiki ýüklenmeleri hasaba alýar.

Statiki ýüklenmeler önümçilik mehanizmleriniň şol ýa-da beýleki bir klassynyň işini häsiýetlendiriji, tilsimatly berilenleriň esasynda kesgitlenilýär, dinamiki ýüklenmeler bolsa mehanizmleriň berilen öndürilijiligi esaslandyryjy, degişli burç çaltlaşmalaryny üpjün etmek üçin elektroýörediji tarapyndan ösýän, inersion pursatlar bilen bahalandyrylýar.

Käbir mahsus bolan mehanizmleriň elektroýöredijileriniň ýüklenme diogrammasyny gurmaklygyny mysallaryna seredeliň.

a) Deňagramlaşan taraply şahtany galdyryjynyň elektroýöredijileriniň ýüklenme diogramması.

Deňagramlaşan taraply sürtülme skiwli şahtaly galdyryjynyň kinematiki çatgysy 9.22 suratda berilendir, bu ýerde 1 we 2 – peýdaly ýüküň galýan we düşýän, kletleri C; III_T – ýöredijili hereketlendiriji bilen göniden – göni birleşdirilen, sürtülme şkiwi we III_B – ugrukdyryjy şkiwler. Öz uçlary arkaly kletler bilen berkidilen, tanap we barlap alyjy şkiwler, hereketlendiriji tarapyndan herekete getirilýärler.

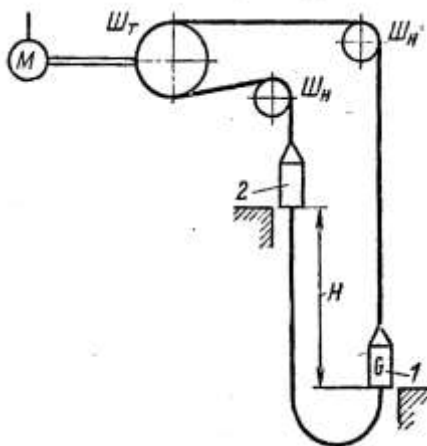
Mehaniki enjamyň tilsimatly berilenleri we şahtanyň talap edilýän öndürilijiligi bilen degişlilikde galdyryjynyň bir iş döwüriniň tizliginiň takmyny diogramması $\vartheta = f(t)$

berilýär (Sur.9.23,a), ýagny indikilere serediji: burç çaltlaşmasynyň wagty t_1 , ornaşdyrylan režimiň dowamlylygy

t_2 , burç haýallaşmasy t_3 we goňşy galdyryjylaryň arasyndaky arakesmäniň wagty t_4 . Galdyryjynyň işiniň indiki döwürleri gaýtalanýar. Tizlik çyzgydyna ähmiýeti absolyút ähmiýeti boýunça hemişelik we t_1 hem-de t_3 uçastoklarda dürli belgilere degişlilikde eýe bolan, burç çaltlaşmasy we haýallaşmasynyň çyzgydy gabat gelýär (Sur.9.23,b). İşe göýberiş

we saklaýyş uçastogunda dinamiki düzüji pursatlar $M_{din} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt}$ deňdir we 9.23, we suratda

görkezilendir. Soňra hereketlendirijiniň walyna getirilen, ýüklenmäň statiki pursaty kesgitlenilýär: $M_c = F_c R / \eta$, bu ýerde F_c – sürtülme şkiwiniň töweregine hasaplama güýçlenmesi; R – sürtülme şkiwiniň radiusy; η - geçirijiň PTK. Kletleriň we tanapyň agyrlyk güýçleri statiki pursatyň hasaplamasyna girmeyär, sebäbi olar deňagramlaşandyrlar. Emma ulgamyň ähli gaýdyp gelip hereket edýän we aýlanýan elementleriniň agramy ýöredijiniň inersiýasynyň jemleýji momentini kesgitlemek bilen baglylykda hasaba alynýar. Bu ýere ýörediji hereketlendirijiniň inersiýa momenti hem girýar.



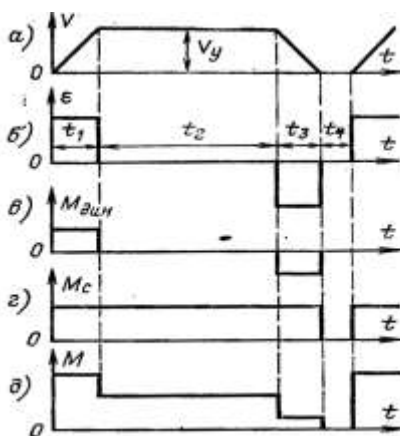
Sur.9.22. Deňagramlaşan tanaply we sürtülme şkiwli şahtaly galdyryjynyň kinematiki çatgysy.

Hereketlendirijiniň kuwwatlylygy takmynan formula boýunça hasaplanylýar:

$$P = KF_c \vartheta_y \cdot 10^{-3} / \eta \quad (9.78)$$

bu ýerde K – dinamiki momentleriň täsirini hasaba alyjy, ähtiýaçlyk koeffisiýenti ($K=1,2 \div 1,3$); ϑ_y - galdyryjynyň oprnaşdyrylan burç tizligi, ähmiýeti boýunça $\vartheta_y = \omega R$ deňleme bilen degişlilikde hereketlendirijiniň ylaýyk burç tizligi ornaşdyrylýar.

Seredilýän ýagdaýda M_c momentiň hemişelik bolup galýanlygy ähtimaldyr. Özünde elektroýöredijiniň ýüklenme diogrammasy saklaýan, $M=f(t)$ baglylyk, statiki we dinamiki momentleri jemlemegiň, ýagny $M(t)=M_c+M_{din}(t)$ netijesinde alynyp biliner. Çyzgyt $M=f(t)$ 9.23, d suratda görkezilendir. Statiki we dinamiki momentleriň gatnaşygyndan baglylykda ýöredijiň haýallaşma uçastogunda ýa-da položitel ýa-da bolmasa otrisatel moment döräp biler. Bu ýüklenme diogrammasy ýgy-ýgydan işe göýberişli gaýtalama gysga wagtlaýyn režimli beýan edýär, otrisatel momentleriň bolmagynda haýallaşma uçastogunda ýüklenme diogrammasy S5 režimiňdiogrammasyna ýakyn bolar.



Sur.9.23. Şahtaly galdyryjynyň elektroýöredijisiniň diogrammasyny gurmaklyk.

- a – elektroýöredijiniň tizlik diogrammasy;
- b – ýöredijiniň çaltlaşma çyzgydy;
- w – dinamiki momentiň çyzgydy;
- g – galdyryjynyň ýüklenme diogrammasy;

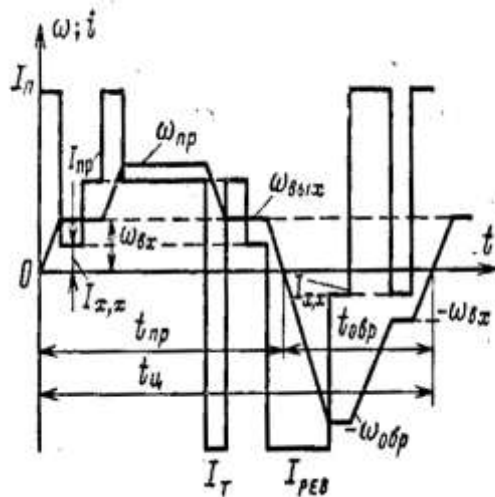
d – elektroýoredijiniň ýüklenme diogrammany;

b) Boýuna – ýonuýy stanogyň esasy ýöredijisiniň ýüklenme diogrammany.

Boýuna – ýonuýy stanogyň esasy ýöredijisi adatça özgerdiji bilen dolandyrylýan, garaşsyz oýaryşly hemişelik tokly hereketlendirijiniň kömegi bilen ýerine ýetirilýär, we stola işlenilip bejerilýan önüm bilen yzyna-gaýdyp gelýän süýşmäni habar bermek üçin niýetlenendir.

Hereketlendirijiniň kuwwatlylygynyň önünden hasaplanylmasyny talap edilýän diapazonyň we tizligini sazlamak usulyň hasaby bilen, şeýle-de dinamiki režimlere ähtiýaçlyk koeffisiýentini girizmek bilen tilsimatly berilenleriň esasynda geçirýarlar.

Stanogyň iş döwri göni hereketde durýar, ýagny şol wagtda önümiň işlenilip bejerilmesi, we ters boş hereket alynyp barylýar. Göni hereketiň tizligi kesmekligiň režimlerine esaslanandyr, ters hereket bolsa göni hereketiň tizliginden 2-3 esse köp tizlik bilen tamamlanýar. Ýöredijiniň iş režimi ýöredijiň has uly çalt hereketine jogap beriji, toklar bilen kollektorda kommutasiýa şertleri boýunça ýygy rewersler bilen alynyp barylýar.



Sur.9.24. Boýuna – ýonuýy stanogyň esasy elektraýöredijisiniň tizliginiň takmyny diogrammany we ýüklenme diogrammany.

Ýöredijiniň takmyny, tilsimatly režim bilen berilen, tahogrammasy $w(t)$ (sur.9.24) indiki uçastoklardan durýar. Göni hereketiň başlangyç interwalynda hereketlendiriji uly bolmadyk burç tizligini w_{BX} çenli batlanýar, ýagny şol wagtda kesiji gural işlenip bejerilýan önümi kesýär, soňra bolsa ýöredijiniň doly ýüklenmede göni hereketiň ornaşdyrylan burç tizligine w_{HP} çenli batlanmasy bolup geçýär. Göni hereketiň tamamlanmasyndan öňürti ýüklenmäň aşagynda haýallanma we $w_{BOX} \approx w_{BX}$ bolmagynda kesijiň önünden çykmagy bolup geçýär, şondan soň ters hereketiň burç tizligine çenli – w_{ters} rewersiwenmesi bolup geçýär. Stolyň yzyna hereketi boş amala aşyrýar, onuň tamamlanmagyndan öňinçä ýörediji uly bolmadyk burç tizligine çenli – w_{BX} haýallanýar, soňra w_{BX} den w_{BX} çenli rewersiwenlýär. Indikide sikil gaýtalanýar.

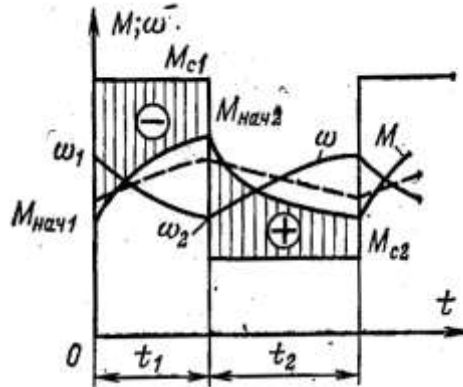
Geçişli režimlerde hereketlendiriji gysga wagtlaýyn $I_n = I_T = I_{rew} \approx 2 \div 2,5 I_{HOM}$ uly ýol berilýär tok bilen ýüklenýär. Seredilýän režim bilen degişlilikde 9.24 suratda bir sikl üçin ýöredijiniň takmyny ýüklenme diogrammany $i=f(t)$ gurulandyr, ýagny onuň esasynda indikide önünden saýlanan hereketlendirijiniň gyzmagy boýunça barlagy geçirilýär.

Bu ýagdaýda ýol berilýän gysga wagtlaýyn öte ýüklenmä barlamagyň zerurlygy ýokdur.

Elektroýöredijiniň seredilýän iş režimini S7 görnüşli ýygy rewersiwli işiň wagt boýunça üýtgäp durýan režimine, ýä-da S8 görnüşli iki ýa-da köp burç tizlikli iş režimine degişli etmek mümkin, sebäbi bu ýagdaýda ýüklenme diogrammany iki režimiň hem alamatlaryny saklaýar, emma ol S8 ýakyndyr.

w) Gönümel üýtgeýän ýüklenmeli mehanizmleriň mahowikli elektroýöredijileriniň ýüklenme diogrammany.

Iş režimleri gönümel üýtgeýän ýüklenme bilen häsiýetlenýän, mehanizmleriň uýjyly sany bardyr. Olara käbir prokatly stanlar, prosessler, porşenli nasoslar we kompresorlar we ş.m. degişlidirler.



Sur. 9.25. Iki basgançakly çyzgyt $M_c=f(t)$, elektroýöredijiniň tizlik diogrammany $w=f(t)$ we statiki momentiň döwürleýin ugryly üýtgemesinde onuň ýüklenme diogrammany.

Ýönekeý iki basgançakly çyzgyt (mehanizmiň ýüklenme diogrammany) $M_c=f(t)$ statiki pursatyň döwürleýin urguly üýtgemeginde. 9.25 suratda getirilendir. Elektroýöredijiniň ýüklenme diogrammany mehanizmiň ýüklenme diogrammanyndan bu ýagdaýda ýöredijiniň inersion massalarynyň täsiriniň netijesinde tapawutlanar. Hereketlendirijiniň momentiniň ýüklenmäniň goşulmagynda ulalmagy üçin, onuň burç tizligi azalmalydyr, emma onuň şol momentde üýtgemegine inersion masalar päsgel berýarler, şonuň üçinem hereketlendirijiniň momenti ýüklenme momentinden yza galýar. Elektroýöredijiniň parametrleriniň $M_c(t)$ -den $M(t)$ baglylygyň gyşarma derejesine täsirini bahalandyrmak üçin liniýaly mehaniki häsiýetnamaly elektroýöredijiniň geçişli prosessleriň täsirini hasaba almarys. Işiň ornaşdyrylan döwri üçin ýazmak mümkin:

$$M_{Har2} = M_{KOH1} = (M_{Har1} - M_{C1})e^{-t_1/T_M} + M_{C1}; \quad (9.79)$$

$$M_{Har1} = M_{KOH2} = (M_{Har2} - M_{C2})e^{-t_2/T_M} + M_{C2}; \quad (9.80)$$

(9.79) we (9.80) bilelikdäki çözgidi

$$M_{Har1} = M_{C2} - (M_{C2} - M_{C1})(1 - e^{-t_1/T_M})e^{-t_2/T_M} / (1 - e^{-t_1/T_M}) \quad (9.81)$$

$$M_{Har2} = M_{C1} - (M_{C1} - M_{C2})(1 - e^{-t_2/T_M})e^{-t_1/T_M} / (1 - e^{-t_2/T_M}) \quad (9.82)$$

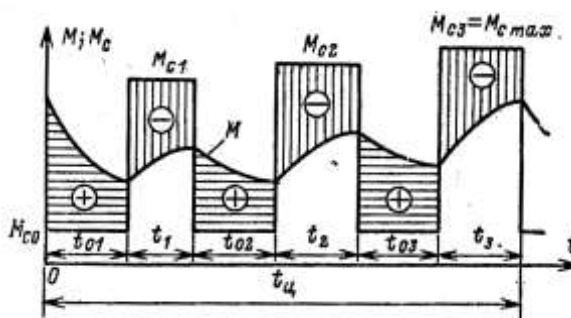
(9.81) we (9.82) derňewiň görkezişi ýaly, $M_{\text{Har}1}=M_{\text{min}}$ we $M_{\text{Har}2}=M_{\text{max}}$ ýöredijiniň elektromehaniki hemişelik wagtyndan T_M baglydyr, Yagny ösüş bilen M_{min} ösýär we M_{max} kemelýär. 9.25 suratda ştrihli liniýa bilen T_T ulanan wagtdan hereketlendirijiniň momentiniň gyşyk baglylygy görkezilendir. T_M ösmegi bilen ýöredijiniň momentiniň ulalmagy bilen ýetilýän, köplenç halatda mahowigiň ulanylmagy bilen amala aşyrylýan, hereketlendirijiniň ýüklenmesiniň deňleşmesi amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda ýöredijini mahorwik diýip atlandyrýarlar.

Bökmeklik bilen ösýän ýüklenmäniň bölekleyin, haçanda burç tizligi ösende, az ýüklenme bilen iş döwründe ýöredijiniň inersion massasynda ähtiýaçlandyrylan, kinetiki energiýanyň burç tizliginiň pese düşmegi sebäpli boşamagyň hasabyna öňi alynýar. Burç tizliginiň w_1 den w_2 çenli pese düşmeginde ýöredijiniň walyna berilýän, inersion masassynyň energiýasy, düzer:

$$A = J_{\Sigma}(\omega_1^2 - \omega_2^2) \quad (9.83)$$

(9.83) den we $T_M = J_{\Sigma} \omega_0 / M_{K,3}$ elektromehaniki hemişelik wagat üçin aňlatmadan görnüşi ýaly, ýöredijiniň inersion massasyndan epergiýanyň birmeňzeş berilmegini, ýa-ha ýöredijiniň inersiýa momentini J_{Σ} ulaltmak bilen, ýa-da hereketlendirijiniň mehaniki häsiýetnamasynyň ýumşadylmagy bilen ýetilýän, burç tizliginiň pese düşmegini degişli ulaltmaklyk ýoly bilen almak mümkin. Tejribede usullaryň ikisi hem bilelikde ýa-da ýöredijiniň inersion massalary bilen energiýanyň berilşini ulaltmaklyk üçin aýratynlykda ulanylýar.

Hereketlendirijiniň ýüklenmesiniň deňleşdirilmesi ondaky ýitgileri kemeltmeklige mümkinçilik berýär, şonuň netijesinde hereketlendiriji kiçi ylaýuk kuwwatlylyk we kiçi öte ýüklenme momenti bilen saýlanylyp biliner.



Sur.9. 26. Mahowikli elektroýöredijiniň ýüklenmäň köp uçastokly çyzgydynda ýüklenme diogrammasy.

Mahowigiň inersiýa momentiniň aňaýly ähmiýetini we hereketlendirijiniň kuwwatlylygyny saýlamak meselesi, mehanizmiň ýüklenme diogrammasynda ýa-da 9.26. Suratda görkezilen, diogrammanyň ýene-de has çylşyrymly görnüşinde, ýeterlikli kyn we bir belenlişli bolup durýar. Hereketlendirijiniň dogry saýlanan kuwwatlylygy we inersiýa momenti hereketlendirijiniň kuwwatlylyk boýunça we mahowigiň ölügsi ölçeglerine öte ýüklenme boýunça gowy ulanylmasyňyň üpjün etmelidir. Ýagdaýlaryň aglabasynda hereketiň ýol berilýän deňöçegsizligi barada ýene-de üçünji şerti ýerine ýetirmeklik talap edilýär

$$(\omega_{\text{max}} - \omega_{\text{min}}) / (\omega_{cp} \leq j) \quad (9.84)$$

Bu ýerde j - hereketiň ýol berilýän deňölçeşsizligi;

ω_{cp} - orta burç tizligi.

Şeýle elektroýöredijileri taslamak tejribesiniň görkeziji ýaly, birinji iki şert eger hereketlendiriji ortalýga, hususanda aşaka ýakyn, ylaýyk moment bilen saýlanan bolsa adaty kanagatlandyrylýar:

$$M_{Ham} \approx (1,1 \div 1,3) M_{cp} \quad (9.85)$$

Bu ýerde M_{cp} – mehanizmiň ýüklenme diogrammasý boýunça kesgitlenilýän, ýüklenmäň orta momenti meselem, 9,26 suratda getirilen diogramma üçin,

$$M_{cp} = \frac{M_{c1}t_1 + M_{c2}t_2 + M_{c3}t_3 + M_{c0} \sum_{i=1}^3 t_{0i}}{t_u} \quad (9.86)$$

Mahowigiň talap edilýän inersiýa momenti (9.85) laýyklykda saýlamakda hereketlendirijide hereketlendirijiniň ýol berilýän öte ýüklenmesi baradaky şertleriň ýerine ýtitilmegine esaslanýar we indikilerde jemlenýär. Mehanizmiň ýüklenme diogrammasýnda (sur.9.25) hereketlendirijiniň momentiniň has uly ähmiýete ýetip bilmegindäki işiň takmyny has agyr uýastogyny ($M_{C3}=M_{Cmax}$) saýlaýarys. Eger hereketlendirijiniň has agyr momenti $M_{dep}=K_D M_{Ham}$ Öte ýüklenme boýunça ýol berilýäne deň diýip hasap etsek, onda

$$K_D M_{Hom} = M_{Cmax} (1 - e^{-t_3/T_M}) + M_{Co} e^{-t_3/T_M} \quad (9.87)$$

Bu ýerde hereketlendirijiniň başlangyç momenti ýönekeýleşdirmek üçin seredilýän uýastokda boş hereketiň statiki momentine M_{so} deň kabul edilendir. (9.87) – den

$$T_3 = T_M I_n \frac{M_{Cmax} - M_{Co}}{M_{Cmax} - K_D M_{Hom}} = \frac{J_\Sigma \omega_0 S_{Hom}}{M_{Hom}} I_n \frac{M_{Cmax} - M_{Co}}{M_{Cmax} - K_D M_{Hom}}$$

Bu ýerde K_D – hereketlendirijiniň öte ýüklenme koeffisiýenti; J_ε – ýöredijiniňýji getirilen inersiýa pursaty.

$$(9.88) \text{ -- } J_\varepsilon \text{ deňşilikde } \text{çözüp we } T_M = J_\Sigma \frac{\omega_0}{M_{K.3}} = J_\Sigma \frac{\omega_0 S_{Hom}}{M_{Hom}} \text{ diýip hasaba almak}$$

bilen, alýarys:

$$J_\Sigma = \frac{M_n t_3}{\omega_0 S_{Hom} I_n \frac{M_{cmax} - M_{co}}{M_{cmax} - K_D M_{Hom}}} \quad (9.89)$$

Mahowigiň inersiýa momenti

$$J_{max} = J_\Sigma - J_{np} \quad (9.90)$$

Bu ýerde J_{np} - elektroýöredijiniň inersiýa momenti.

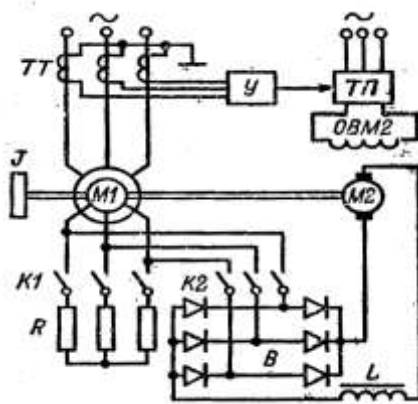
Saýlanan hereketlendiriji we mahowigiň hasaplanylýan inersinti üçin elektroýöredijiniň ýüklenme diogrammasýny $M=f(t)$ gurmak gerekdir. Onuň takmyny görnüşi 9.26 suratda görkezilendir we elektroýöredijiniň tizlik diogrammasýny gurmaly. Mahowigiň inersiýa momentini saýlamagyň we diogrammalary gurmaklygyň dogrulygynyň ölçeği döwriň başynda we soňunda hereketlendirijiniň momentleriniň we burç tizlikleriniň deňlemesi, şeýle-de boş hereketde ýöredijiniň massasynda ähtiýaçlandyrylan göni baglanyşkly kinetiki energiň ýüklenmede harç edilen energiýalara göni baglanyşkly, meýdanlarynyň jemleriniň deňlemesi bolup durýar.

Elektroýöredijiniň alynan ýüklenme diogrammasýny ulanyp, saýlanan hereketlendirijini ýol berilýän ýüklenme we gyryş boýunça indiki momentinde beýan edilen, usullardan peýdalanyp barlaýarys.

Hereketlendirijiniň ýüklenmesini deňlemek we onuň momentini çäklendirmek, öň eýýäm bellanlip geçilişi ýaly diňe bir inersiýa momentini ulaltmaklyk bilen däl-de, eýsem burç tizliginiň pese düşmegini ulaltmaklyk bilen hem mümkindir. Mahowigiň bolmagynda burç tizliginiň pese düşmegini ulaltmaklyk bilen ýüklenmän deňlemesini ulaltmak ýa-da şol bir deňlenmede mahowigi kiçeltmek mümkindir. Ýüklenmän goşulmagynda burç tizliginiň pese düşmegini ulaltmaklyga fazaly rotorly asinhronly hereketlendirijiniň rotorly zynjyryna ýa-da hemişelik tokly hereketlendirijiniň ýakorly zynjyryna rezistorlary girizmeklik bilen ýa-da gysga utgaşma rotorly we ýokarlandyrylan tytmakly hereketlendirijini ulanmaklyk bilen ýetilýär. Emma tytmaklygyň ulalmagy ýöredijiniň orta burç tizliginiň pese düşmegine alyp barýar. Berlen derejede öndüriligiň saklanmasy hereketlendirijiden mehanizmiň işçi walyna geçirijilik gatnaşygynyň kemelmesini talap edýär, bu bolsa gutarnykly hasapda hereketlendirijiniň ylaýyk momentiniň ulalmagyna getirýär. Gysga utgaşma rotorly we ýokarlandyrylan tytmakly asinhronly hereketlendirijiniň ulanylmasy ýüklenmän ulalan orta momentinde tytpma ýitgileriniň ösmeginiň netijesinde hereketlendirijiniň gabaritleniň uýjply ulalmagyny talap edýär. Fazaly rotorly asinhronly hereketlendirijiniň rotorly zynjyryna tytmaklygy ulatmaklyk maksady bilen goşmaça rezistorlaryň işledilmesi rotorly zynjyrdaky ýitgileriň ulalmagyna getirýär, emma hereketlendirijiniň gabaritlerine täsirini ýetirmeýär, sebäbi energiýalaryň ýitgileriniň uly bölegi goşmaça rezistorlarda bölünýärler. Bu kemçilikleriň güýjünde burç tizliginiň pese düşmesiniň 20% - den köp bolmagyna ýol berilmeýär. Şol wagtda mydama işledilen rezistorly elektroýöredijiniň inersion massalarynyň ulanylmasy ýokary bolmaýar we hereketlendirijide ýüklenmän ýeterlikli deňlenmesini üpjün etmeýär.

Mahowikli ýöredijiniň bellanlip geçilen kemçiliklerini düzetmeklige synanyşyk ýüklenme sazlaýjyly elektroýöredijileriň döredilmesine getirdi. Soňkularda hereketlendirijiniň walyndaky ýüklenmeden baglylykda bitytmaklyk awtomatiki üýtgeýär. Şonuň netijesinde ýüklenmän uýjply has doly deňlenmesine ýetilýär. Şeýle görnüşdäki ýönekeý sazlaýjy ýüklenmän suwuklyklaýyn sazlaýjysy bolup durýar. Onuň ýeterliksiz duýgurlygy, garşylygynyň durnuksyzlygy, äpetligi, şeýle-de degerlikli pes PTK we çalt hereketlilik şeýle sazlaýjynyň çäklendirilip ulanylmasyna getirýär.

Rezistorly kontaktly dolandyryşly ýüklenme sazlaýjysynyň beýleki bir meňzeş görnüşi uly çalt hereketlilik üpjün edýär, emma kontaktlaryň ýygy-an işlemeginde onuň yhtybarlygy peselýär. Mundan başga-da, bu sazlaýjy pes PTK hem eýedir.



Surat .9.27. Wentilmaşynly elektromehaniki kaskada esasynda gurulan fazaly, rotorly asinhronly hereketlendirijili ýörediji üçin ýüklenme sazlaýjysynyň esasy çatgysy.

Fazaly rotorly asinhronly hereketlendirijili ýörediji üçin şeýle ýüklenme sazlaýjylarynyň birisiniň esasy çatgysy 9.27 suratda görkezilendir. Bu ýerde M_1 hereketlendiriji wentilli maşynly elektromehaniki kaskada işledilendir. Bu çatgy boýunça elektroýöredijiniň burç tizliginiň sazlanymasy onuň walyndaky ýüklenmäniň üýtgdilmegi bilen amala aşyrylýar. M_1 ilki J mahawik we M_2 hemişelik tokly hereketlendiriji bilen bilelikde K1 işledilen kontaktorda we K2 öçürilen kontaktorda M1 statora güýjenmäniň berilmeginde boş işe göýberilýär. Soňra O ýakyn M2 oýaryş togy ornaşdyrylýar we K2 indiki işledilmesi bilen K1 kontaktoryň öçürilmesi geçirilýär. TT tok transformatorlarynyň ikilenji sargylarynyň güýjenmesi, M2 oýaryşly sargysyny ýmitlendirmek üçin niýetlenilen, TP tiristorly özgerdiji bilen dolandyrylýan, Y güýçlendirijä berilýär. Şeýle-de güýçlendiriji duýgursyzlygyň sazlanýan zonasyna eýe bolan sazlaýjyny saklaýar.

Ýöredijiniň boş hereketinde TT aýrylýan güýjenme, goýulýan güýjenmeden az, tristorly özgerdiji ýapyk we M2 oýaryşly togy 0 deň – ýöredijiniň burç tizligini has uly. Haçanda ýörediji ýüklense, signal goýulýan ýüklenmä ýetýär, TP açylýar, M2 oýaryş togy ulalýar we ýöredijiniň burç tizligi talap edilýän ähmiýete çenli peselýar. M2 maşynyň ýokary käbir çäklerde goşmaça mahowigiň rolyny ýerine ýetirýar. Ulgam suwuklyklaýyn we kontaktorly sazlaýjy bilen deňeşdirlende uly PTK we degişli ýokary çalt hereketlilik eýedir.

Ýüklenme sazlaýjysy hökmünde wentilli kaskadyň ulanylmagynda uly çalt hereketlilige ýetilýär we mydamalyk tokly goşmaça maşynlaryň ornaşdyrylmasy gerek bolmaýar.

9.25. we 9.26 suratlarda getirilen elektroýöredijileriň ýüklenme diogrammalary gönimel üýtgewli ýüklenmede elktroýöredijileriň işiniň standartly reimleriniň hiç birinide gabat gelmeýär. Bu çyzgytlar S6 gezekleşip durýan režimleriň ýüklenme diogrammasyna ýakyndyrlar, emma ýüklenmäň uýjply deňlenmesinde olar S1 dowamly režimiň diogrammasyna golaý bolarlar.

Elektroýöredijileriň hakyky ýüklenme diogrammalarynyň aglabasy standartly režimleriň diogrammalaryna gabat gelmeýärler. Şonuň üçin hem hereketlendirijini saýlamaklyk üçin hakyky ýüklenme diogrammasyny S1, S2, S3 iş režimlerine gabat gelýän üç esasy standartly ýüklenme diogrammalarynyň birisine özgertmeklik gerekdir. Bu özgerdilme ekwiwalentli bolmalydyr.

S1, S2, S3 iş režimleri hereketlendirijileriň diňe üç seriýada çykarylýanlygy üçin esasy bolup durýarlar – işiň dowamly režimi gysga wagtlaýyn we gaýtalama – gysga wagtlaýyn režimleri. Hereketlendirijiniň haýsy seriýadan saýlanlymagyna çak etmekden baglylykda hakyky ýüklenme diogrammasynyň degişli standartlar özgerdilmesi getirilýär.

9.5. Işiň dowamly režiminde (S1) hereketlendirijiniň kuwwatynyň hasaplamasy.

a) Üýtgemeyän ýüklenme.

Tizligi sazlamakdan az üýtgeýän ýüklenmeli ýa-da üýtgemeyän ýüklenmeli dowamlylykda işleýän, mehanizmleriň uýjply sany bardyr. Şeýle mehanizmleriň mysaly bolup, nasos, şemallandyryjy we ş.m. gulluk edip bilerler. Hereketlendirijiniň kuwwatlylygyň hasaplamasy şeýle ýagdaýlar üçin, eger mehanizm tarapyndan sarp edilýän, kuwwatlylyk mälüm bolsa, has ýönekeýdir.

Hereketlendirijini görkezilen kuwwatlylyga saýlamak bilen, onuň temperaturanyň ýol berilýän ýokarlanmasy boýunça doly ulanyljakdygyna doly göz

ýetirmek mümkin. Eger katalogda hasaplama boýunça alynan, kuwwatlylygy boýunça ýakyn bolan uly hereketlendiriji saýlanylýar.

Dowamly režimde hereketlendirijiniň seýrek işe göýberilýänliginde, onda işe göýberiş ýitgileri hereketlendirijiniň gyzmagyna göze görnükli täsirini ýetirip bilmezler. Emma, kähälatda, käbir mehanizmler ýerinden gozgamaň başynda sürtülmän ýokarlandyrylan garşylyga eýe bolýandyklaryny hasaba almak bilen, hereketlendiriji tarapyndan ösýän, işe göýberiş momentiniň ýeterliklidigini barlamaly bolýar.

Hereketlendirijiniň kuwwatlylygy, kwt, nasos üçin formula boýunça kesgitleýäris

$$P = \frac{\nu \gamma H_g}{\eta_{Hac} \eta_{nep}} \cdot 10^{-3} \quad (9.91)$$

Bu ýerde ν - nasosyň berişi, m^3/S ; γ - sorulýan suwuklygyň dykyzlygy, kg/m^3 ; H_g - galyşyň hasaplama beýikligi, m ; η_{Hac} - nasosyň PTK (porşenli üçin 0,8-0,9; ýokary basyşly merkezden gaçma 0,5-0,8; pes basyşly 0,3-0,6); η_{nep} - hereketlendirijiden nasosa geçirmekligiň PTK; g - agyrlýk güýjiniň çaltlaşmasy, $g = 9,8 m/S^2$.

Şemalladyjy üçin hereketlendirijiniň kuwwatlylygy, kwt.

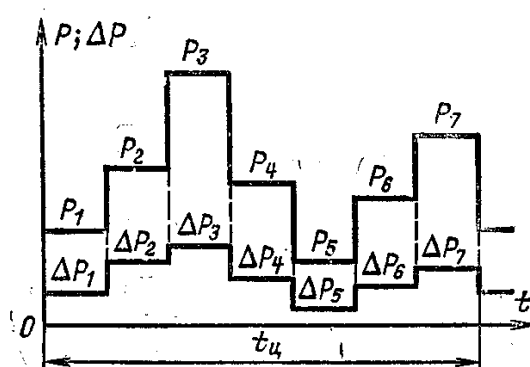
$$P = \frac{V_p}{\eta_{ben} \eta_{nep}} \cdot 10^{-3} \quad (9.92)$$

Bu ýerde P - şemalladyjynyň çykalgasyndaky basyş, Π_a ; η_{went} - şemalladyjynyň PTK. (0.3 0.8)

a) Üýtgeýän ýüklenme (gezekleşýän S6 režimi we oňa meňzeş)

9.28. Suratda umumy görnüşde basgançakly çyzgydy görkezilen, dowamly üýtgeýän ýüklenmede, işi dowamly režimli önünden saýlanan hereketlendirijiniň barlagyny, döwür içinde temperaturanyň has uly ýokarlanmasyny τ_{max} kesgitlemek we ony ýol berilýän öte geçme τ_{dop} bilen deňeşdirmek ýoly arkaly, gyzyş boýunça geçirmeklik gerekdir. Şol wagtda indiki şerte gözekçilik ýola goýulmalydyr

$$\tau_{max} \leq \tau_{dop}$$



Surat. 9.28. Hereketlendirijiniň walyndaky kuwwatlylygyň basgançakly çyzgydy we dowamly üýtgeýän ýüklenmede ondaky ýitgiler.

Hereketlendirijiniň şeýle ýagdaýda kuwwatlylygyny saklamaklyk, gyşyk gyzyşy gurmaklyk bilen baglanşyklydyr, bu bolsa wagtyň uly harajatlaryny talap edýär. Tejribede hereketlendirijiniň kuwwatlylygyny barlamagyň az takyklygy, ýöne has ýönekeý usullary

ulanylýar. Ol köplenç orta ýitgileriň usuly boýunça geçirilýar. Usulyň manysy hereketlendirijiniň temperaturasynyň ýokarlanmagynyň üýtgemeýän ýylylyk geçirijilikde döwür içindäki orta ýitgiler bilen kesgitlenilýänliginde jemlenýär:

$$\Delta P_{cp} = \sum_{i=1}^m \Delta P_i t_i / t_u \quad (9.93)$$

Bu ýerde ΔP_i - i-nji interwalda ýitgileriň kuwwatlylygy; t_i - i-nji interwalyň dowamlylygy; m-döwürde interwallaryň sany; t_u - döwürüň wagty.

Döwür içinde tapylan orta ýitgiler ylaýyklar bilen goýulýar, we eger $\Delta P_{cp} \leq \Delta P_{Hom}$, onda temperaturanyň orta ýokarlanmasy ýol berilýän ähmiýetden uly däldir, ýagny

$$\tau_{cp} \leq \tau_{Hom} = \tau_{dop}$$

Eger bir döwürde orta ýitgiler $\Delta P_{cp} > \Delta P_{Hom}$, onda hereketlendiriji öte gyzar; tersine, $\Delta P_{cp} < \Delta P_{Hom}$, diýilen şertde, hereketlendiriji gyzyş boýunça ulanylmaýar. Iki ýagdaýdada gyzyş boýunça ulanylmaýar. $\Delta P = f(t)$ täze baglylygy gurmak we ýenede hereketlendirijini orta ýitgileriň usuly bilen barlamak gerekdir.

Temperaturanyň hakyky uly öte ýokarlanmasy ortaçadan $t_{\text{н}} \ll T_n$ we $gt_{\text{н}}$ tapawutlanýar, emma – bolmagynda, bu ýerde q- döwürlwrüň sany, bu barabarlyk ujypsyzdy, we diňe bu şertlere gözegçilik etmekde orta ýitgileriň usulyndan peýdalanmak mümkin.

Haçanda döwürleriň dowamynda hereketlendirijiniň ýylylykberijiligi aýry aralyklarda dürli bolan ýagdaýynda, meselem, öz-özünden wentilirlenýän hereketlendirijiniň burç tizliginiň üýtgemegi ýagdaýynda, orta ekwiwalentli ýitgileri formula boýunça hasaplaýarlar:

$$\Delta P_{cp,e} = \sum_{i=1}^m \Delta P_i t_i / \sum_{i=1}^m \beta_i t_i \quad (9.93a)$$

Bu ýerde β_i -i-nji interwalda ýylylyk berijiligiň ýaramazlaşma koeffisiýenti, şol interwalda burç tizliginiň ähmiýetine gabat gelýän.

Burç tizliginden ýylylyk berijiligiň ýaramazlaşma koeffisiýentiniň takmyny baglylygyny liniýaly hasaplamak mümkin:

$$\beta = \beta_0 + (1 - \beta_0) w / w_{Ham}$$

Bu ýerde β_0 -hereketsiz ýokarda (rotorda) ýylylyk berijiligiň ýaramazlaşma koeffisiýenti.

Orta ýitgileriň usuly boýunça kuwwatlylygyň hasaplamagyň tertibi.

1)Mehanizmiň ýüklenme diagrammasy boýunça ýylylyk berijiligiň we hereketlendirijiniň burç tizliginiň hemişelik ýagdaýynda hereketlendirijiniň walyndaky orta kuwwatlylygyň kesgitleýäris

$$P_{cp} = \sum_{i=1}^m P_i t_i / t_u \quad (9.94)$$

öz-özünden wentilirlenýän hereketlendirijiniň ýagdaýynda dürli burç tizliginde interwalda

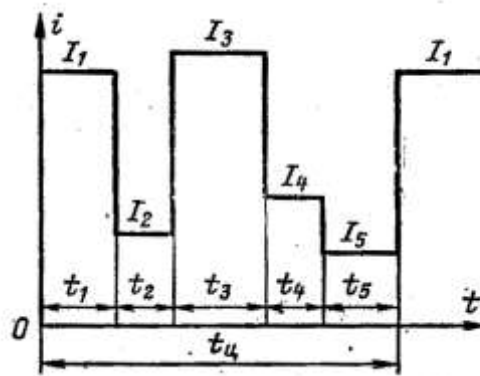
$$P_{cp,e} = \frac{\sum_{i=1}^m P_i \frac{w_{Hom} t_i}{w_i}}{\sum_{i=1}^m \beta_i t_i} \quad (9.94a)$$

Eger hereketlendiriji garaşsyz şemallandyryjyly bolsa, onda $\beta_i = 1$ kabul edýäris. Soňra $\beta_{cp,e}$, hereketlendirijiniň ýüklenme diogrammasynyň mehanizmiň diogrammasyndan tapawudyny hasaba alyjy, $K_3 = 1,1 \div 1,3$ ähtiýaçlyk koeffisiýentine köpeldýäris; burç tizliginiň üýtgemegi bilen baglanşykly, göze görnükli dinamiki ýüklenmelerin bolmagynda, K_3 uly ähmiýeti Kabul etmek gerekdir.

- 1) Alynan hasaplama kuwwatlylygyň esasynda catalog boýunça degişli hereketlendirijini saýlaýarys.
- 2) Hereketlendirijiniň gyşyk PTK dürli burç tizliklerinde ýüklenme funksiýalaryna ýerleşdirip, ýüklenme diogrammasynyň her interwaly üçin kuwwatlylygyň ýitgisini tapýarys we $\Delta P = f(t)$ çyzgydy gurýarys (Sur.9.28)
- 3) (9.93) we (9.93a) boýunça döwür üçin orta ýitgileri kesgitleýäris, ýagny ylaýyk bilen goýýarys:

$$\Delta P_{cp} \leq \Delta P_{Ham} = P_{Ham} (1 - \eta_{Hom}) / \eta_{Hom}$$

Bu ýerde P_{Hom} , degişli ylaýyk kuwwatlylyk we hereketlendirijiniň PTK.



Sur. 9.29. dowamly üýtgewli ýüklenmede hereketlendirijiniň tok çyzgydy $i=f(t)$.

Ýüklenmeden baglylykda PTK kesgitlemek bilen kynçylyk ýüze çykan ýagdaýynda, ýöne tok çyzgydynyň bolmagynda, saýlanan hereketlendirijini barlamak üçin ekwiwalentli tok usulyndan peýdalanmak mümkin. Ekwiwalentli tok – bu hereketlendirijide şol bir ýitgileri döredýän, hemişelik ähmiýetli tokdyr. 9.29 suratda dowamly üýtgewli ýüklenmede $i=f(t)$ çyzgydyň mysaly görkezilendir.

Eger hemişelik tokly hereketlendiriji ulanylýan bolsa, ondaky bölünýän ýitgilerin orta kuwwatlylygy ony ekwiwalentli tok I_e bilen ýüklemekde deň:

$$\Delta P_{cp} = \Delta P_c + I_e^2 R \quad (9.95)$$

döwür üçin ýitgilerin orta kuwwatlylygy (9.93) bilen degişlilikde indiki ýagdaýda hasaplanylýp biliner:

$$\Delta P_{cp} = \frac{(\Delta P_1 t_1 + \Delta P_2 t_2 + \dots + \Delta P_n t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Kuwwatlylygyň ýitgilerini her uçastokda degişli hemişelik we ýitgewli düzujileriň üstünden çalyşyp, alýarys:

$$K + I_e^2 R = \frac{(K + I_1^2 R)t_1 + (K + I_2^2 R)t_2 + \dots + (K + I_n^2 R)t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Ýa-da

$$K + I_e^2 R = \frac{K(t_1 + t_2 + \dots + t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} + \frac{R(I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Bu ýerden ekwiwalentli tok

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n I_i^2 t_i}{t_u}} \quad (9.96)$$

Umumy ýagdaýda tok çyzgydynyň esassyz görnüşinde

$$I_e = \sqrt{\frac{I}{t_u} \int_0^t i^2(t) dt} \quad (9.97)$$

Öz özinden wentilirlenýän hereketlendirijiniň ulanylmagynda we döwüriniň uçastogunda üýtgeýän burç tizliginde (9.96) we (9.97)t_u-niň ýerine $\sum_{i=1}^n \beta_i t_i$ goýmak herekdir.

Ekwiwalentli togy tapanymyzdan soň ony hereketlendirijiniň ylaýyk togy bilen goýýarys: $I_e \leq I_{nam}$ bolmagynda hereketlendiriji gyzyş boýunça doly ulanylma şertlerine jogap berýär.

Ekwiwalentli toguň sulynyň oýaryşa ýitgileriň, polada ýitgileriň we ýüklenmeden mehaniki ýitgileriň we ýüklenme çyzgydynyň ähli uçastoklarynda hereketlendirijiniň esasy zynjyrynyň garşylyk hemişeliginiň garaşsyzlygyny gözöňünde tutýanlygyny belläp geçmeklik gerekdir.

köplenç hereketlendirijini gyzyş boýunça barlamaklyk üçin we aýratynam onuň öňünden saýlanylmasynda hereketlendiriji tarapyndan ösýän, kuwwatlylygyň ýa-da pursatyň çyzgytlaryndan peýdalanmaly bolýar.

Üýtgameýän magnitli akymda, haçanda hereketlendirijiniň momenti $M = cI$, hereketlendirijini barlamaklyk üçin ekwiwalentli moment usulyndan peýdalanmakt mümkin. Basgançakly çyzgyt üçin ekwiwalentli momenti formula boýunça kesgitleýäris

$$M_e = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 t_i}{t_u}} \quad (9.98)$$

Üýtgeýän ýylylyk berijilikde t_u ýerine (9.98) – de $\sum_{i=1}^n \beta_i t_i$ goýýarys. Ekwiwalentli momenti hereketlendirijiniň ylaýyk momenti bilen goýýarys, we eger $M_e \leq M_{Hom}$, onda hereketlendiriji gyzyş boýunça doly ulanylýar.

Bu usul garaşsyz oýaryşly hemişelik tokly hereketlendirijiler, şeýle-de ylaýyk magnitli akym bilen işleýän, asinhronly we sinhronly hereketlendirijiler üçin ulanylýandyr.

Mundan başga-da, bu usulyň ulanylmasy üçin hereketlendirijiniň işiň garşylygynyň we hemişelik ýitgileriň üýtgeşsizliginiň şertleri ýerine ýetirilendir.

Haçanda mehanizmiň we elektroýöredijiniň ýüklenme diogrammany hereketlendiriji tarapyndan ösýän, kuwwatlylyk çyzgydy bilen berilse, onuň gyzyş boýunça barlagy we saýlawy ekwiwalentli kuwwatlylyk usuly boýunça geiçirilip biliner, emma diňe eger kuwwatlylygyň we toguň arasynda göni baglanşyklylyk bolan ýagdaýynda, ýagny $\Delta P_c = const, R = const, \Phi = const, w = sonst = w_{Hom}$ bolmagynda.

Ekwiwalentli kuwwatlylygy basganaçkly çyzgyt üçin formula boýunça kesgitleýäris

$$P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2 t_i}{t_{\Sigma}}} \quad (9.99)$$

we hereketlendirijiniň ylaýyk kuwwatlylygy bilen deňeşdirýäris, şol wagtda $P_e \leq P_{Ham}$ bolmalydyr.

Ekwiwalentli kuwwatlylyk usuly asinhronly we sinhronly hereketlendirijileri, şeýle-de hemişelik akym we hemişelik ýa-da az üýtgeýän burç tizligi bilen işleýän, garaşsyz oýaryşly hemişelik tokly hereketlendirijileri gyzyş boýunça barlamak üçin ulanylyp biliner.

Ekwiwalentli kuwwatlylygyň usulyndan, eger $P_{ei} = P_i w_{Ham} / w_i$ gatnaşygy ulanyp, $w = w_{Hom}$ bolmagynda ekwiwalentli kuwwatlylyga w_i burç tizliginde kuwwatlylygy geçirseň, üýtgewli burç tizligi ýagdaýynda peýdalanmak mümkin. Onda ekwiwalentli kuwwatlylygyň formulasy ýylylyk berijilik we üýtgewli burç tizligi ýagdaýy üçin görnüşe eýe bolar:

$$P_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i w_{Ham} / w_i)^2 t_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i t_i}} \quad (9.99a)$$

Üýtgewli ýüklenme gyzyş boýunça hereketlendirijileri barlamaklygyň ähli seredilen usullarynyň özünde ýüklenme diogrammany dowamly režimli hereketlendiriji hasaplanylýan, S1 režimi üçin standartly diogramma ekwiwalentli özgertmek usullaryny saklaýandyklaryny belläp geçmeklik gerekdir. Ähli seredilen usullaryň has hemmetaraplaýyn we takygy orta ýa-da ekwiwalentli ýitgileriň usuly bolup durýar.

Eger orta ýitgileriň we ekwiwalentli toguň usullary diňe öňünden saýlanan hereketlendirijini gyzyş boýunça barlamak üçin ýaramly bolsalarda ekwiwalentli kuwwatlylyk we momenti usullaryndan mehanizmiň ýüklenme diogrammany boýunça hereketlendirijini öňünden saýlamaklyk üçin peýdalanmak mümkin, ýagny hereketlendirijiniň momenti degişli statiki ähmiýete deň diýip Kabul etmek bilen. Şeýle saýlaw orta kuwwatlylyk boýunça saýlaw seredende has takyk bolup durýar. Öňünden saýlamany formula boýunça geçirýärler

$$M_{Hom} \geq K_3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_{ci}^2 t_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i t_i}}$$

Ýylylyk gatnaşygynda berilen ýüklenmede we t_p iş döwüriniň wagtynda kiçi kuwwatlykly hereketlendiriji doly ulanylar; bu ýagdaýda temperaturanyň t_p wagta ýokarlanmagy τ_{dep} deň bolar. Şol wagtda hereketlendiriji gysga wagtlaýyn gaýtadan ýüklener, onuň üçin ornaşdyrylan temperature bolsa $\tau'_y > \tau_y = \tau_{dop}$ deň bolar. Öte ýüklenme az t_D bolmagynda uýjply bolup biler.

τ'_y we τ_y arasyndaky gatnaşyk indiki aňlatmadan tapylyp biliner

$$\tau_y = \tau'_y (1 - e^{-t_p/T_{H,cp}}) \quad (9.100)$$

Bu ýerde $T_{H,cp}$ gyzyş prosessiniň başynda we soňunda gyzyşyň hemişelik wagtynyň orta ähmiýeti, $T_{H,cp} = (T_{K,Har} + T_{H,Kom})/2$; $\tau_y = \Delta P_{nom} / A$ we $\tau_y = \Delta P_{kp} / A$; ΔP_{kp} - hereketlendirijidäki P_{kp} ýüklenmedäki kuwwatlylygyň ýitgileri.

Ýitgileriň gysga wagtlaýyn ýüklenmede ylaýyklyga gatnaşygy termiki öte ýüklenmäň koeffisiýenti diýilip atlandyrylýar we (9.100) – den alynyp biliner:

$$P_T = \Delta P_{kp} / \Delta P_{Hom} = 1 / (1 - e^{-t_p/T_{H,cp}}) \quad (9.101)$$

Baglylyk $P_T = f(t_p/T_{H,cp})$ 9.31 suratda görkezilendir.

Termiki öte ýüklenme koeffisiýenti boýunça mehaniki öte ýüklenme koeffisiýentini tapmak mümkin, ýagny P_{kp} kuwwatlylygyň dowamly ýüklenmede – ylaýyk kuwwatlylyga gatnaşygyny deň bolan, ýagny $P_M = P_{kp} / P_{Hom}$

Hakykatdanda

$$P_T = \frac{\Delta P_{k,Hom} + \Delta P_{v,Hom} (P_{kp} / P_{Hom})^2}{\Delta P_{k,Hom} + \Delta P_{v,Hom}} = \frac{a + P_M^2}{a + 1} \quad (9.102)$$

Bu ýerden

$$P_M = \sqrt{(1+a)P_T - a} \quad (9.103)$$

Bu ýerde $a = \Delta P_{K,Hom} / \Delta P_{v,Hom}$ hemişelik ýitgileriň ylaýyk ýüklenmede üýtgewlilere gatnaşygy.

(9.103)-e P_T ähmiýeti (9.101) – den goýup, alýarys:

$$P_M = \sqrt{(1+a)/(1 - e^{-t_p/T_{H,cp}})} - a \quad (9.104)$$

(9.104) we a berilen koeffisiýent boýunça $t_p / T_{H,cp}$ işiň degişli wagtyndan --- mehaniki öte ýüklenme koeffisiýentiniň baglylygy gurulyp biliner.

($a=0$) hemişelik ýitgileri ünsden düşürmek bilen, (9.10b) aňlatmany ýazmak mümkin:

$$P_M = \sqrt{P_T} = \sqrt{1/(1 - e^{-t_p/T_{H,cp}})} \quad (9.105)$$

Eger ýüklenme iş döwründe üýtgeşe, onda hasaplama formulalaryna --- ýerine t_p wagt içindäki ekwiwalentli kuwwatlylyk girizilýär.

Dowamly režim üçin niýetlenilen, hereketlendirijileriň ulanylmasynda we gysga wagtlaýyn ýüklenmede hereketlendirijileriň kuwwatlylygynyň hasaplamasy, ýol berilýän gyzyşyň we öte ýüklenmäň oýlanmalary bilen geçirilýär, şol wagtda ylaýyk kuwwatlylyklar deň:

$$P_{Hom,ekw} = P_{kp} / P_T; \quad (9.106)$$

$$P_{Hommax} = P_{kp} / K_D; \quad (9.107)$$

Bu ýerde K_D hereketlendirijiniň ýol berilýän öte ýüklenme ukyplylygy. K_D –iň ähmiýeti aşakda getirilendir:

Hereketlendirijiniň görnüşi K_d

Hemişelik tokly hereketlendirijiler 2-2,5

Kadaly ýerine ýetirilişli gysga utgaşma rotorlyasinhronly hereketlendirijiler.....1,7-2,2

Bu hem fazaly rotorly.....2,0-2,5

Sihronly hereketlendirijiler.....2,0-2,5

Ýükleme çyzgydynyň $i=f(t)$ ýa-da $M = \varphi(t)$ görnüşinde berilmeginde hasaplama formulalaryna --- kuwwatlylygyň ýerine pursatyň ýa-da toguň degişli ähmiýeti girizilýär.

9.31 Suratdaky gyşyklygyň derňewinden görnüşi ýaly,

$t_p / T_{H,cp} \leq 0,35$ bolmagynda we gyzyş boýunça ýol berilýän ýüklenmede mehaniki öte ýüklenme koeffisiýenti 2,5 deň bolýar, bu hemişelik tokly hereketlendirijiler üçin çäkli bolup durýar. Asinhronly hereketlendirijiler az öte ýüklenmä ýol berýärler; mundane başga-da, eger ýmitlendiriji setiň güýjenmesiniň ýene-de mümkin bolan peselmesini hasaba alsaň, onda ol ýene-de az bolar, şonuň üçinem dowamly režim üçin niýetlenilen we işiň gysga wagtlaýyn režiminde ulanylýan, hereketlendirijiler, ýol berilýän gyzyş şertinden seýrek hasaplanylýarlar, sebäbi olar ýagdaýlaryň aglabasynda ýylylyk gatnaşygynda soňuna çenli ulanylmaýarlar. Hereketlendirijileriň $t_p / T_{H,cp}$ uly bolmadyk ähmiýetde gyzyş boýunça gowy ulanylmasy ýokarlandyrylan öte ýüklenme ukyplylygy bilen tapawutlanýan, ýörite ýerine getirilişli hereketlendirijileriň ulanylmagy ýagdaýynda mümkin bolup biler; gysga utgaşma rotorly asinhronly hereketlendirijiler hem uly işe göýberiş pursatyna eýe bolmalydyrlar.

Işiň gysga wagtlaýyn režimi üçin niýetlenilen, hereketlendirijiler, zawodlar tarapyndan 10,30,60 ýa-da 90 min işiň kadalaşdyrylan dowamlylygy bilen göýberilýärler. Yz ýanyndan, bu režim üçin catalog boýunça saýlanan hereketlendiriji görkezilen wagtyň dowamynda ylaýyk kuwwatlylyk bilen ýüklenilip biliner we ol gyzyş boýunça doly ulanylar.

Eger hereketlendirijiniň iş wagty kataloklydan tapawutlansa, onda bolmagynda hereketlendiriji indiki oýlanmalardan gyzyş boýunça doly ulanylyp bilinjek, P_{kp} ýüklenmäni tapmak mümkin.

Ylaýyk ýüklenmesi we $t_{p,kat}$ kadalaşdyrylan wagtly hereketlendirijiniň temperaturasynyň ýokarlanmagy deňdir.

$$\tau_{dop} = \frac{\Delta P_{Hom}}{A} (1 - e^{-t_{p,kat}/T_H}) \quad (9.108)$$

Bu ýerde T_H - işiň gysga waytlaýyn režiminde gyzyşyň hemişelik wagty.

Ylaýykdan tapawutlanýan, ýüklenmeli hakyky wagtyň dowamnda t_p tempraturanyň ýokarlanmasy bolar:

$$\tau_{dop} = \frac{\Delta P_{kp}}{A} (1 - e^{-t_{p,kat}/T_H}) \quad (9.109)$$

Bu ýerde -ylaýykdan tapawutlanýan, gysga wagtlaýyn ýüklenmedäki ýitgiler.

Öňkiler bilen meňzeşlik boýunça termiki öte ýüklenme koeffisiýenti

$$P_T = \frac{\Delta P_{kp}}{\Delta P_{Hom}} = \frac{1 - e^{-t_{p,kat}/G}}{1 - e^{-t/T_H}} = \frac{at(P_{kp} / P_{Hom})^2}{1 + a}$$

Bu ýerden

$$P_{kp} = P_{Hom} \sqrt{(1 + a) \frac{1 - e^{-t_{p,kat}/T_H}}{1 - e^{-t_p/T_H}}} - a \quad (9.110)$$

Eger $t_p < t_{p,kat}$ hereketlendiriji ýol berilýän öte ýüklenmä barlanylmalydyr.

9.7. Işñ gaýtalama-gysga wagtlaýyn režiminde (S3) hereketlendirijiniň kuwwatlylygynyň hasaplamasy.

Işñ gaýtalama-gysga wagtlaýyn režimini häsiýetlendiriji, ýüklenmäh köp basgançakly çyzgydy, 9.32 suratda görkezilendir. Şeýle ýa-da çylşyrymly çyzgydy ekwiwalentli bir basgançakla getirmek mümkin, eger formuladan peýdalanylsa

$$P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_{p1} + P_2^2 t_{p2} + P_3^2 t_{p3} + \dots + P_n^2 t_{pn}}{t_{p1} + t_{p2} + t_{p3} + \dots + t_{pn}}}$$

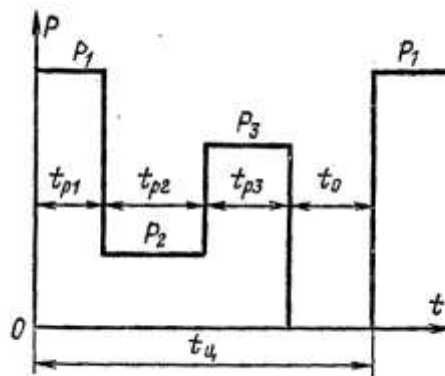
Umumy ýagdaýda ýüklenme çyzgydy hasaplama burç tizlikli iş uçastoklaryny, arakesmeleri, işe göýberiş we saklaýyş uçastoklaryny goşup biler. Şeýle-de şeýle çyzgydy bir basgançakda formulaň kömegi bilen getirmek mümkin:

$$Pe = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i w_{Hom} / w_i)^2 t_{pi}}{\sum_{i=1}^n \beta_i t_{pi}}}$$

$$t_{p,e} = \sum_{i=1}^m t_{pi}; t_{p,e} = \sum_{g=1}^n t_{og}; PIB_e = \frac{t_{p,e}}{t_{p,e} + t_{o,e}} \cdot 100\%$$

Bu ýerde m-döwürde işçi uçastoklaryň sany;

n-döwürde arakesmeleriň sany. Şeýle görnüşde ekwiwalentli ululyklar formulanyň ulanmakly çyzgytlaryna özgerýärler.



Sur.9.32. Işñ gaýtalanma-gysga wagtlaýyn režimini häsiýetlendiriji, ýüklenmäh köp basgançakly çyzgydy.

Bellenilip geçilşi ýaly, S3 režimi üçin iş döwürleriň we arakesmeleriň gezeleşmesi mahsusdyr, üstesinde olaryň dowamlylygy şeýledir, ýagny hereketlendirijiniň temperaturasynyň ýokarlanmasy işçi döwürde-de, arakesmäh dowamynda-da ornaşdyrylan ähmiýete ýetmeýär. Ýöredijiniň iş başyndan ýeterlikli üzňe edilen aýlanma döwüri üçin temperaturanyň ýokarlanmasy $\tau_y = \tau_{dop}$ we τ_0 deň ornaşdyrylýar. Gyzmaklygyň we sowamagyň deň wagtyňy, hereketlendirijiniň garaşsyz şemalladyryş ýagdaýynda, ýazmak mümkin:

$$\tau_y = \tau_y' (1 - e^{-tp/T_H}) + \tau_0 e^{-tp/T_H} \quad (9.111)$$

$$\tau_y = \tau_y e^{-t_0/T_H} \quad (9.112)$$

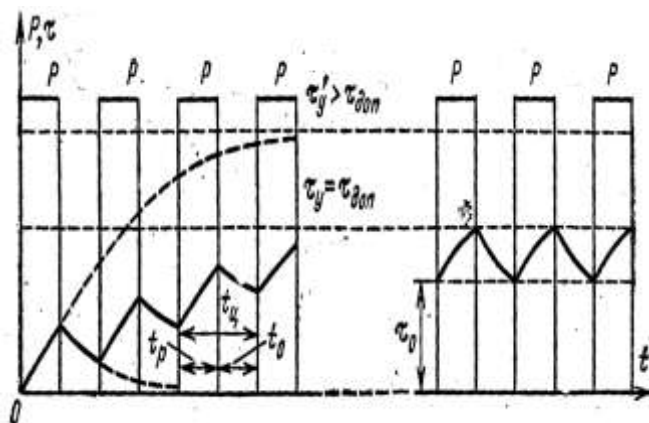
ähmiyeti (9.112)-den (9.111)-e goýup, alýarys:

$$\tau_y = \tau_y' (1 - e^{-tp/T_H}) + \tau_y e^{-(tp+t_0)/T_H}$$

Bu ýerde çylşyrymly bolmadyk özgerdilmelerden soň hereketlendirijiniň ýylylyk öte ýüklenmesiniň koeffisiýentini onuň şol bir ýüklenmede dowamly režiminde alarys, bu ПБ= bilen wagtlanma-gysga wagtlaýyn režimindäki ýaly:

$$P_T = \frac{\tau_y'}{\tau_y} = \frac{1 - e^{-tp/T_H}}{1 - e^{-(tp+t_0)/T_H}} \quad (9.113)$$

Bu ýerde E-işleýişiniň degişli dowamlylygy, $\varepsilon = t_p / (t_p + t_0)$



Sur. 9.33. Işiniň gaýtalanma-gysga wagtlaýyn režiminiň yzygylderli çyzgydynda elektrohereketlendirijiniň temperaturasynyň üýtgemegi.

Işiniň dowamly režimi üçin niýetlenilen, emma bir basgançakly çyzgytly gaýtalanma-gysga wagtlaýyn ýüklenme üçin ulanylýan, hereketlendirijileriň kuwwatlyklarynyň hasaplamasy, indiki oýlanmalaryň esasynda geçirilýär. Bir döwürde şeýle hereketlendiriji tarapyndan temperaturanyň ylaýyk ýokarlanmasynda beriljek ýylylygyň doly mukdary, deň:

$$\Delta P_{Hom} t_p + \Delta P_{Hom} \beta_0 t_0 = (\Delta P_{KHom} + \Delta P_{VHom})(t_p + \beta_0 t_0) \quad (9.114)$$

Arakesme döwründe, haçanda hereketlendiriji öçirilende, onda ýitgiler bolmaýar, şonuň üçinem iş döwründe onuň ýüklenmesi dowamly režimindäki ylaýyklyga gatnaşyk boýunça ulanyp biler. Hemişelik ýitgiler iş döwründe üýtgemeyär, üýtgewli ýitgiler bolsa ähmiýete çenli öseler

$$\Delta P_V = \Delta P_{VHom} (I_{nk} I_{np,hom})^2$$

Bu ýerde $I_{np,Hom}$ işiniň dowamly ylaýyk režimindäki tok; I_{np} gaýtalanma – gysga wagtlaýyn režimindäki tok.

Döwür içinde hereketlendirijide bölünýän, orta ýitgiler, deň:

$$\Delta P_{cp} = \left[\Delta P_{K,Hom} + \Delta P_{VHom} \left(\frac{I_{nk}}{I_{np,Hom}} \right)^2 \right] t_p \quad (9.115)$$

Gaýtalanma-gysga wagtlaýyn režimde ýalan ornaşdyrylan rosessde haçanda temperaturanyň ýokarlanmasy --- ýetende, hereketlendirijide bölünýän ýylylygyň mukdary, we daş-töwerege ýaýraýan, ýylygyň mukdary, deňdir, ýagny (9.14) we (9.115) deňlemek gerekdir:

$$(\Delta P_{K,Hom} + \Delta P_{VHom})(t_p + \beta_0 t_0) = \left[\Delta P_{K,Hom} + \Delta P_{VHom} (I_{nk} I_{np,nom})^2 \right] t_p \quad (9.116)$$

Ýa-da

$$(\Delta P_{K, Hom} + \Delta P_{V Hom})[1 + \beta_0(1/\varepsilon - 1)] = \Delta P_{K, Hom} + \Delta P_{V Hom} (I_{nk} I_{np, Hom})^2$$

Bu ýerden

$$I_{np, nom} = I_{nk} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon + \beta_0(1+a)(1-\varepsilon)}} \quad (9.117)$$

(9.117) boýunça alynan tok dowamly režim üçin saýlanan hereketlendirijiniň ylaýyk togy bilen goýar, we $I_{np, Hom} \leq I_{Hom}$ şertde, hereketlendiriji gyzyş boçä geçýär.

Eger hemişelik ýitgilri ünsden düşürsek ýylylyk berijilik hereketlendirijiniň hereketsiz yagdaýynda edil laýyk burç tizligi ($=1$) diýip hasap etsek, onda

$$I_{np, Hom} = I_{nk} \sqrt{\varepsilon} \quad (9.118)$$

Hereketlendirijiniň kuwwatlylygynyň hasaplamasy üçin meňzeş formulalar $M=f(t)$ ýa-da $P=f(t)$ görnüşinde ýüklenme çyzgydynyň berilmeginde bolýarlar.

Işin dowamly režimi üçin niýetlendiren hereketlendirijini gyzyş boýunça barlamak üçin ýüklenmäň çylşyrymly köp uçastokly çyzgydy ýagdaýynda, onuň öninden saýlanylmasy üçin adatça gaýtalanma gysga wagtlaýyn režimiň berilen çyzgydyny dowamly režimiň standartly çyzgydyna göniden-göni özgertmekligi geçirýärler. Zerur halatynda, haçanda režimler S4, S5 režimlere golaý bolanda işledişleriň, saklanyşlaryň uly sanynda ýa-da mehanizmiň uly inersion massalarynda geçişli prosesslerdäki ýitgileri hem hasaba alýarlar. Meselem orta ýitgileriň (9.93a) formulasy görnüşe eýe bolýar:

$$\Delta P_{cp, e} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta P_i t_{pi} + \sum_{i=1}^m \Delta A_n}{\sum_{i=1}^m \beta_i t_{pi} + \beta_0 \sum_{i=1}^n t_{0g} + \sum_{i=1}^k \beta_j t_{n, n, j}}$$

Bu ýerde $\Delta A_{n, ni}$ -ýylylyk berijiligiň ýaramazlaşma koeffisiýentiniň β_j orta ähmiýetinde $t_{p, pj}$ wagtyň dowamynda dowam edýän, j- geçişli prosessde energiýanyň ýitgileri; R- döwürde geçişli prosessleriň sany.

Işin gaýtalanma gysga wagtlaýyn režimi üçin užyply öte ýüklenme ukuplylygyna we ýokarlandyrylan işe gyberiş pursatyna eýe bolan ýörite hereketlendirijileri ulanmaklyk maksada laýykdyr, bu olary gyzyş boýunça köp ulanmaklyga mümkinçilik berýär.

Eger işletmekligiň hasaplama dowamlylygy E we hereketlendirijiniň talap edilýän kuwwatlylygy ýüklenmäň birmeňzeş çyzgydynda standart ähmiýetlere jogap berse, onda hereketlendirijiniň kuwwatlylygynysaýlamaklyk kynçylyk döretmeýär. Standartlydan saýlanýan IIB hereketlendiriji üçin gaýtalanma gysga wagtlaýyn režimde beýleki kuwwatlyk ösýän bolsa, onda $P_{0,25}$ we $=0,25$ bolmagynda, ýagny

$$(\Delta P_K + \Delta P_{V0,25}) t_y \cdot 0,25 = (\Delta P_K + \Delta P_{V0,25} \frac{P_{\varepsilon}^2}{P_{0,25}}) t_y \varepsilon \quad (9.119)$$

Bu ýerde $P_{a0,25}$ - hereketlendirijidäki üýtgeýän ýitgiler $P_{0,25}$ bolmagynda.

(9.119)-dan eýe bolýarys:

$$P_{\varepsilon} = P_{0,25} \sqrt{(a_{0,25} + 1)0,25/\varepsilon - a_{0,25}} \quad (9.120)$$

Bu ýerde $a_{0,25}$ -ýüklenmede hemişelik ýitgileriň koeffisiýenti

$$P_{0,25} = \Delta P_k / \Delta P_{90,25}$$

$\varepsilon > 0,25$ $P_{\varepsilon} < P_{0,25}$ bolanda; $\varepsilon < 0,25$ $P_{\varepsilon} > P_{0,25}$ bolmagynda.

Hemişelik ýitgileriň hasaby bolmazdan (9.120) formula ýönekeýleşer we görnüşe eýe bolar:

$$P_{\varepsilon} = P_{0,25} \sqrt{0,25 / \varepsilon} \quad (9.121)$$

(9.211)-den ýüklenmäň hakyky däl çyzgydyndan alynan , işletmekligiň deňişle dowamlylygy ε bilen kuwwatlylygyň gaýtadan hasaplamasy diýilen netijeni çykarmak mümkin :

$$\varepsilon = t_p / t_u = (t_1 + t_2 + t_3) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_0) \quad (9.122)$$

Standartly ähmiýetde indiki gatnaşyklardan birisi geçirilip bilner :

$$P_{0,15} = P_{\varepsilon} \sqrt{\varepsilon / 0,15}; P_{0,25} = P_{\varepsilon} \sqrt{\varepsilon / 0,25};$$

$$P_{0,4} = P_{\varepsilon} \sqrt{\varepsilon / 0,4}; P_{0,6} = P_{\varepsilon} \sqrt{\varepsilon / 0,6}; P_{1,0} = P_{\varepsilon} \sqrt{\varepsilon} \quad (9.123)$$

Bu ähmiýetlerden ПВ standartly ähmiýete ýakyn bolan saýlanylýar. ε we standartly ПВ arasynda uly tapawudyň bolmagynda (9.120) uladan peýdalanmak gerekdir.

Ýygy-ýygýdan işe goýberişli we elektriki saklanyşly gaýtalanma gysga wagtlaýyn režim üçin kuwwatlylygyň hasaplamasy haçanda işe göýberiş we saklaýyş ýitgileri hereketlendirijiniň gyzmagyna täsirini ýetirende öňkilere meňzeşlikde, ýagny hereketlendirijidäki ýitgileri göniden göni hasaba almak usuly bilen geçirilýär.

Eger ähli ýitgiler hereketlendirijiniň özünde bolsalar, onda işletmeleriň ýol berilýän sanyny limitirleýji , hereketlendirijiniň güýçli depginli öte gyzmasyny görmek bolýar. Bu ýagdaýda kuwwatlylygyň hasaplamasy, işledilmeleriň ýol berilýän ýygýlygyny kesgitlemekde we ony işledilmeleriň talap edilýän ýygýlygy bilen deňeşdirmekde jemlenýär.

10 Awtomayiki dolandyryşyň arasy açyk ulgamlary.

10.1 Awtomatiki dolandyryş çatgylarynyň elementleriň şekillendirilişi we bellenilişi.

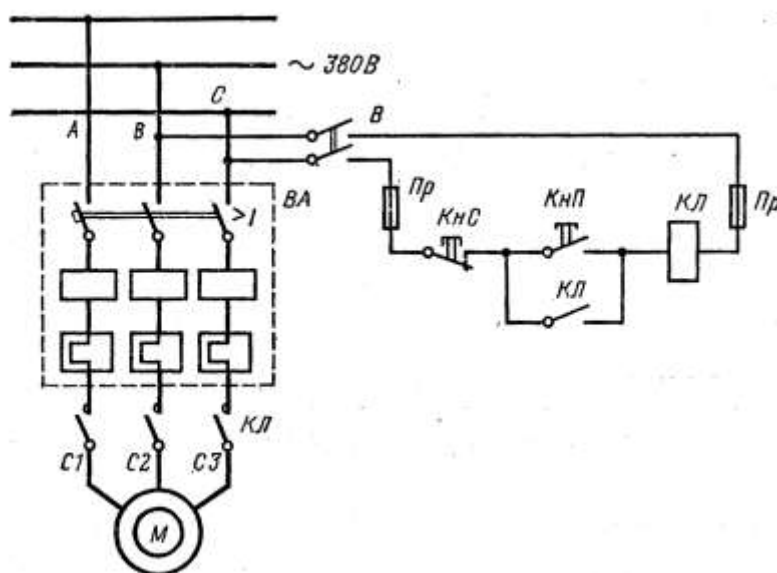
Elektroýöredijileri awtomatiki dolandyrmaklyk üçin dürli apparatlar ulanylýar: kontaktorlar, awtomatlar, sazlaýjylar, rele, basmaly stansiýalar, ýol ugra öçürijiler kontaktsyz oýlanşykly elementler. Şeýle-de dürli görnüşdäki kömekçi elektriki maşynlar we apparatlar. Bu aparatlaryň her birisi elementleriň giden hatarynda durýar: gerek bolan çekijilik güýçlenmäni döredýän elektromagnitli ulgamlar esasy we kömekçi kontaktlar we ş.m. Simlary kömegi bilen, aýran apparatlar we olaryň elementleri, berilen operasiýalary kesgitli yzygiderlikde amala aşyrmaklyga ündelen, umumy ulgama elektriki birleşýärler.

Awtomatiki dolandyryşyň döwrebap ulgamlary onlarça, kähalat-da bolsa hat-da ýüzlerçe aýry elementleri saklaýar. Şonuň netijesinde bolsa diňe bir çatgylary taslamak prosesinde däl-de, eýsem çatgylary okamakda hem mälüm bolan kynçylyklar ýüze çykýar. Şonuň üçinem çatgylaryň çyzylmasy olaryň okalmasyny ýeňilleşdiriji, kesgitli ulgam boýunça geçirmelidir.

Ilkinji nobatda çatgyda zynjyrlaryň iki derejä bölünşine seredeliň: esasy toguň zynjyrlaryna hereketlendirijileriň we generatorlaryň güýç zynjyrlary degişlidir. Çatgylaryň okalşyny ýeňilleşdirmeklik üçin esasy toguň zynjyrlaryny galyň edilen liniýalar bilen çyzmaklyk mümkin. Kömekçi zynjyrlar özlerine dolandyryş zynjyrlaryny goşýarlar, bu ýerde rele we kontaktoryň tegekleri, rele kontaktlary, kontaktlaryň kömekçi kontaktlary we aparatlaryň beýleki elementleri birleşýärler. Mundan başga-da, kömekçi zynjyrlara goraw signalizasiýa zynjyrlary, aýry elektroýöredijileriň arasynda ýörite gabalma bilen baglanşykly, zynjyrlar degişlidir. Kömekçi zynjyrlar inçe liniýalar bilen şekillendirilýär.

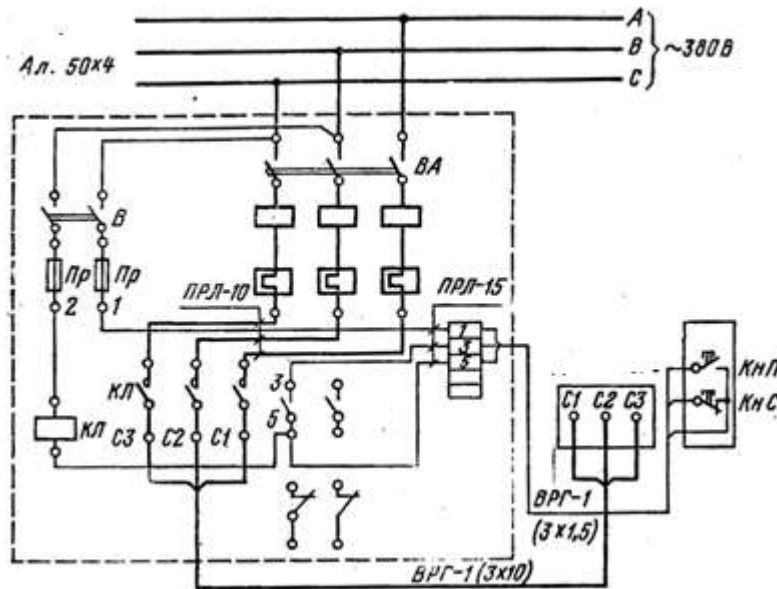
Gurnalyş we bejergi işlerini ýerine ýetirmekde, şeýle-de ýöredijileriň ulanylýan wagtynda sazlamakda çatgylary okamaklygy ýeňilleşdirmek maksadyna çatgylaryň iki sany dürli görnüşleri ulanylýar.

1. Esasy çatgy ähli aparatlaryň we maşynlaryň elementleriň şekillendirilmesini saklaýar. Çatgyda elementleriň ýerleşdirilmesi olaryň hakyky giňişlikli ýerleşdirilmesi boýunça däl-de, çatgylary okamaklyk amatly bolar ýaly edilip berilýär, ýagny aparatlaryň we maşynlaryň aýry tok geçiriji elementleri bu elementleriň klimatiki ýa-da gurluşly aragatnaşyklarynda garaşsyzlykda elektriki zynjyrdan olaryň ýagdaýy bilen degişlilikde görkezilýär. Her bir element esasy çatgyda özüniň şertli çyzgy şekillendirilişine eýedir. Mundan başga-da çatgyda her aparata bu aparatyň funksiýasyna görkeziji we onuň ähli elementleri üçin birmeňzeş saklanylýar, harply beleniş dakylýar. 10.1 suratda getirilen çatgyda liniýaly kontaktlaryň komтакты K Л harplary bilen bellenen. Şeýle belenişlere beýleki elementler hem eýe bolmalydyrlar, meselem bu kontaktlaryň tegegi:

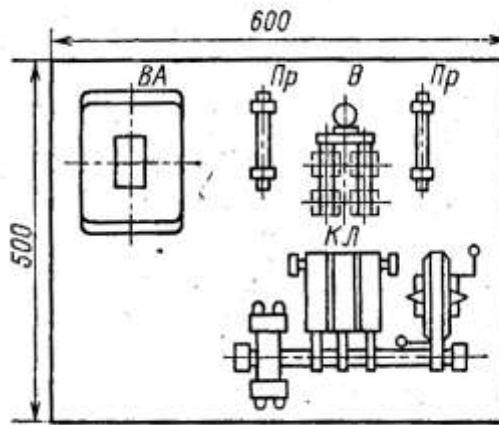


Sur.10.1 Gysga utgaşma rotorly asinhronly hereketlendirijini dolandyrmaklygyň esasy çatgysy.

2. Birleşdirme çatgysy (gurnamak) – bu güýç symalaryň we kömekçi zynjyrlaryň symalarynyň arasyndaky açylmasy olaryň kesiminiň markalarynyň we olaryň ýatyrylyş usullarynyň görkezilmegi bilen şekillendirilýän, çatgydyr. Birleşdirme çatgylarynda aýry aparatlaryň ölçeýji abzallaryň, şeýle-de şol bir aparatyň elementleriň ýerleşiş adaty olaryň hakyky ýerleşiş bilen degişlilikde berilýär. 10.2 suratda, 10.1 suratda şekillendirilen, esasy çatgy boýunça hereketlendiriji bilen dolandyrmak poneliň birleşdirliş çatgysy getirilendir. Suratyň sag bölegi gurnamaň esasy böleklerini we olaryň öz aralarynda birleşdirilişini kesgitleýji, umumy çatgy degişlidir, bu ýagdaýda poneliň hereketlendiriji we basmaly stansiýa bilen birleşdirilmesi.



Sur.10.2 Asinhronly hereketlendiriji bilen dolandyrmak paneliniň birleşdiriliş çatgysy we unumy çatgy.



Sur .10.3 Asinhronly hereketlendiriji bilen dolandyrmak paneliniň oň tarapy (ýerleşdirilşi çatgysy).

10.3suratda bu dolandyrys paneliniň oň tarapy görkezilendir. Bu şekillendiriliş gurnaman düzüji bölekleriniň degişli ýerleşişini we olary birleşdiriji symlary, zgutlary, kabelleri we ş.m kesgitleýji ýerleşdiriş çatgysyna degişli bolup bilen degişlilikde düzelmelidigi düşnuklidir

Çatgylary taslamakda we okamakda elektrik aparatlaryň utgaşdyryjy we arasyny bölüji kontaktlary bu aparatlaryň, tegeklerinden güýjenmäni aýyrmakda ýa-da kontaktly ulgama mehaniki täsirlenmän ýoklugynda, meselem kontaktorlaryň we rele tegeklerinde toguň bolamzlygynda, komanda aparatyň nolly ýagdaýynda, olaryň eýeleýän ýagdaýlarynda şekillenýärler.

10.2Arasy açyk releli – kontaktly ulgamlarynda elektrohereketlendirijiniň işe goýberilşini awtomatiki dolandyrmaklygyň esaslary.

Işe goýberiş prosessiniň awtomatlaşdyrylmasy elektrohereketlendiriji bilen dolandyrmaklygy ujyply ýenilleşdirilýär, işe goýberişdäki mümkin bolan ýalňyşlyklary düzedýär we mehanizmleriň öndürilijiligiň ýokarlanmagyna alyp barýar.

Gysga utgaşma rotorly asinhronly hereketlendiriji üçin awtomatlaşdyrma has ýeňil amala aşyrylýar. Sebäbi bu ýerde işe goýberiş bilen dolandyrmaklyk, ýagdaýlaryň aglabasynda setiň doly güýjenmesine hereketlendirijiniň göni işledilmesine getirilýär.

Beýleki hereketlendirijiler barada aýdylanda bolsa, onda bu ýerde sazlaýjy işe goýberiş togy ýol berilşän çäklerde bolan, işe goýberiş rezistorlary haýallykdan has ýygý-ýygýdan öwürmeli bolýar. Gysga utgaşma rotorly kuwwatly sinhronly we asinhronly hereketlendirijiler üçin işe goýberiliş kähalatda statoryň, sargysyny ulaşdyrmaklyk bilen amala aşyrylýar.

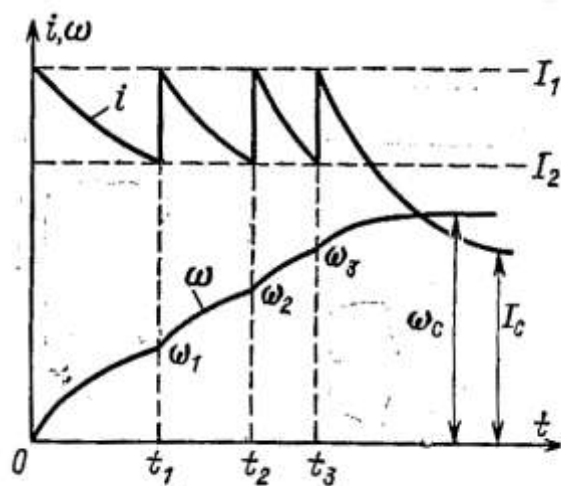
Dolandyryş çatgysyny taslamakda hemişelik tokly hereketlendirijiler we fazaly rotorly asinhronly hereketlendirijiler üçin işe goýberiliş berilen şertlerinden salgylanýar.

10.4 suratda T_1 – den T_2 – ä çenli kesgitli berilen çäklerde toguň üýtgemegi şertinden guralan işe goýberiş rezistorynyň üç basgançagy bilen hereketlendirijiniň işe goýberiş diagrammasy görkezilendir. Bu diagramma laýyklykda elektrohereketlendirijiniň işe goýberilişi elden ýa-da awtomatiki geçirilip bilner. Eger işe goýberiliş el bilen amala aşyrylýan bolsa onda rezistorlar ýokaryň zynjyrynda ampermetriň görkezmesine takmynlaşma bilen gaýtadan utgaşýarlar.

Awtomatiki dolandyrylyş işe goýberilişini berilen şertini has takyk saklanmagyna mümkinçilik berýär we adamy ýadadyjy işleri ýerine ýetirmekden başlaýar.

Ilkinji nobatda haýsy ululuklaryň funksiýasynda hereketlendirijiniň işe goýberilişini awtomatiki dolandyrmaklygy amala aşyryp bolýanlygyny anyklalyň.

10.4 suratda görkezilen diagrammalara seretmekden görnüşi ýaly rezistorlaryň basgançaklarynyň öçürilmesi hereketlendirijiniň kesgitli tizliginde (ω_1 , ω_2 we ω_3), kesgitli tokda I_2 we wagtyň kesgitli döwrüniň üsti (t_1 , t_2 we t_3) bilen bolup geçmelidir. İşe goýberiliş dolandyrmaklygyň tizligiň, toguň, wagtyň funksiýalarynda amala aşyrylyp bolandygy ähtimaldyr. Kähalatda hereketlendiriji bilen dolandyrmaklyk ýol funksiýalarynda tamamlanylýar.



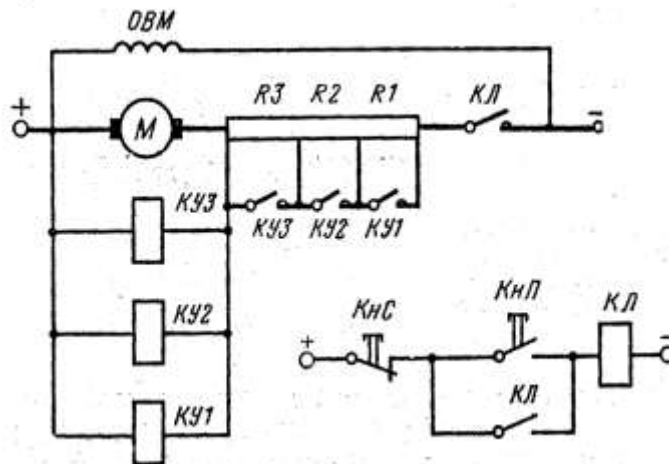
Sur .10.4 İşe goýberiş rezistoryň üç basgançagy bilen hereketlendirijiniň işe goýberiş diagrammasy.

10.4 Suratda getirilen, diagrammalar dolandyrylyşyň arasy açylan ulgamlarynda releli – kontaktly aparatlaryň kömeginde amala aşyrylýan, basgançakly dolandyryşda işe goýberiş prosessini beýan edýär.

10.3 Hemişelik tokly hereketlendirijileriň çeşmeden iýmitlenende işe goýbermesini releli-kontaktly dolandyryşynyň tipli düwüni.

a). Burç tizligi funksiýasynda dolandyryş (EHG)

Burç tizligi funksiýasynda dolandyryş deňişli apparata yzygider täsir etme bilen burç tizlige gözegçiligi talap edýär. Burç tizligi funksiýasynda işleýän rele, meselem merkezleşdirilenler, hereketlendirijileriň işe goýberilişiniň dolandyrylyşynyň çatgysynda deňeşdirme seýrek ulanylýar. Bu olaryň konstruksiýalarynyň oňnatlyklylygy we işde uly bolmadyk ygtybarlylygy bilen düşündirilýär. Burç tizligini elektrik ýoly bilen, hereketlendirijiniň ýoly bilen birikdirilen tahogeneratoryň kömegi bilen ölçemek mümkin. Emma goşmaça şeýle tahogenerator edinmek hokmanlylygy hem çatgynyň çalşyrylmagyna getirilýär. Şonuň üçin hereketlendirijiniň burç tizligi başga ýol bilen fiksirlenýär – burç tizligi bilen göni baglansykly başga ululuklary ölçemek ýoly bilen hemişelik tokly hereketlendirijiler üçin şeýle ululuk hereketlenmäniň EHG-si fazarotorly sinhronly we asinhronly hereketlendirijiler üçin bolsa onda başga rotordaky toguň ýygylgy we rotoryň EHG-niň bahasy bolup durýar.



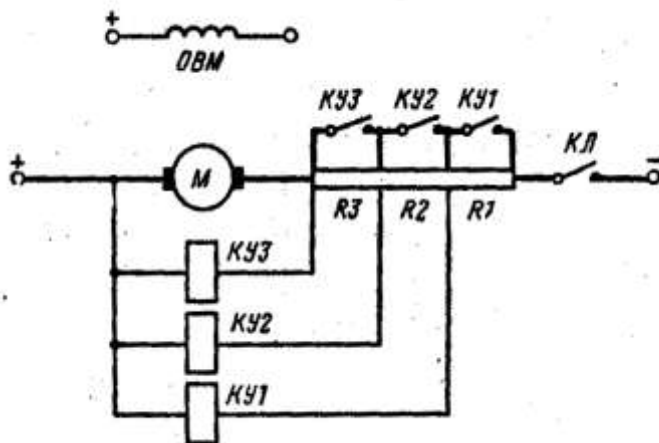
Sur 10.5 hereketlendirijiniň ýakorynyň aýlanma EHG funksiýasynda hereketlendirijiniň awtomatiki goýberilişiniň çatgysynyň düwüni.

EHG-e bagly naprýaženiýe kontaktorlaryň we releniň katuskalaryna ýerleşdirilýär, we olar EHG-iň belli bir bahasynda işleýär we goýberiji rezistorlary aýryp ulaşdyrmasyň talap edilýän yzygiderlikde amalaaşyryýarlar.

10.5 suratda EHG funksiýasynda garaşsyz oýandyryjyly hemişelik tokly hereketlendirijiniň awtomatiki işe goýberijisiniň çatgysynyň düwüni görkezilen.

Çatga goşulan burç tizlenmesiniň kontaktorlarynyň (KY1, KY2, KY3) her haýsy çekmegiň naprýaženiýasynyň belli bir bahasyna düzülen. İşe goýberilişiniň başky pursatynda burç tizlenmäniň kontaktorlarynyň katuskasyndaky naprýaženiýe diňe ýakoryň zynjyryndaky naprýaženiýanyň aşak gaçmasyna deň, sebäbi $e = k\omega\phi = 0$. Elektrik hereketlendirijiniň burç tizliginiň ýokarlanmagy bilen onuň EHG-i ösýär. W1, belli bir burç tizliginde KY1 (sur 10.5) kontaktoryň katuskasyndaky naprýaženiýe kontakt işläp öz kontaktyny ýapar ýaly

derejede ýokary baha galýar. Şeýdip rezistoryň birinji basgançagy şuntirlenen bolup galýar. Beýle ýagdaýda KY2 we KY3 kontaktorlar häli işlänok, sebäbi olar özüne çekmegiň has uly naprýaženiýesine düzülen. Hereketlendirijiniň burç tizligi W2 baha ýetende öz kontaktyny ýapyp KY2 kontaktor işleýär, we şunuň ýaly tä goýberiji rezistoryň ähli basgançaklary şuntirlenýänçä, rezistorlaryň ahyrky basgançagy çykarylan soň hereketlendirijiniň işe goýberilmesi gutarýar, we ol öz boluşly esasy häsiýetnamada işleýär.



Sur.10.6 Aýlanma EHG funksiýada hereketlendirijiniň awtomatiki goýberilşini görnüşi üýtgedilen çatgysynyň düwüni.

Seredilip geçilen çatgynyň ýetmezçiligine işlemegiň dürli naprýaženiýasyny getirmek bolar, onuň ýerine burç tizlenmesiniň kontaktory saýlanyp alynmaly. Bu ýetmezçiligi düzedip bolýar, eger-de 10.6 suratda görkezilen çatgy boýunça kontaktorlaryň ýakylşyny amala aşyrsaň. Bu çatgyda ýakoryň sarymyna kontaktorlaryň katuşkalarynyň diňe bir uýy birleşdirilen beýleki uçlary bolsa goýberiji rezistorlaryň dürli nokatlaryna birikdirilýär.

Şular ýaly birikdirmede ähli üç katuşka üçin çekmegiň naprýaženiýasyny deňlemek başardýar. Kontaktorlar öňküsi ýaly hereketlendirijiniň W1, W2, we w3 berlen burç tekizliklerinde deň bolarlar:

$$U_{KY1} = Cw_1 + I(R_1 + R_2 + R_3);$$

$$U_{KY2} = Cw_2 + I(R_1 + R_3);$$

$$U_{KY3} = Cw_3 + IR_1;$$

Bu naprýaženiýalar biri-birinden az tapawutlanýar.

$$Cw_1 + I(R_1 + R_2 + R_3) \neq Cw_2 + I(R_1 + R_3)$$

Şonuň üçin kontaktorlaryň katuşkalary çekmegiň meňzeş neprýaženiýasyna saýlanyp bilner. Işe goýberilenden soň deň ýagdaýda kontaktorlar çeşmäniň meňzeş naprýaženiýasynda ýakylgy bolarlar. Diýmek, ähli basgançaklar üçin bir tipli kontaktorlar ulanylyp bilner. Emma goýberiji rezistoryň ýakmagynyň mümkinçiligi, katuşkalaryň sowuk we ýyly ýagdaýynda kontaktorlaryň nädogry işlemegi hem-de işe goýberiş wagtynda çeşmedäki naprýaženiýanyň birden ýokarlanmagy ýakordaky toguň ýokarlanmagyna getirmegi ýaly ýetmezçilikleriň netijesinde EHG funksiýasyndaky işe goýberiş çatgysy häzirkizaman tejribesinde uly kuwwatly hereketlendirijiler üçin ulnylýar. Şular ýaly çatgylar diňe uly bolmadyk kuwwatly hereketlendirijiler, esasan hem metaly gaýtadan işleýän stanoklarda duş gelýärler.

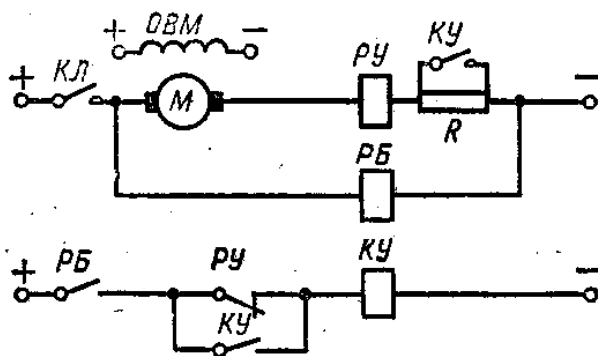
Kontaktoryň esasan kontaktorlaryň kebşirleýän takyk we ygtybarly ýanmagy kontaktorlaryň katuskalarynyň çeşmegiň napriženiýasyna garaňda çeşmedäki naprýaženiýa belli bir derejede ýokary bolmagyny talap edýär. Şonuň üçin kontaktoryň ýerine hemişelik naprýaženiýaly çeşmeden iýmitlenýän, EHG funksiýada hereket edýän we kontaktorlary ýakýan naprýaženiýanyň aralyk releli goýulýar.

b) Tok funksi ýasynda dolandyrys.

10.4 suratda görkezilişi ýaly tok hereketlendirijiniň işe goýberiliş wagtynda käbir berlen araçäkde yrgyldaýar. Toguň başky bady talap edilýän goýberiji momentiniň we berlen hereketlendiriji üçin goýberilýän toguň bahalary bilen anyklanylýar. Hereketlendirijiniň burç tizliginiň ýokarlanmagy bilen onuň togy peselýär. Toguň belli bir derejä çenli peselen pursatynda goýberiji rezistoryň bir bölegi şuntirlenýär, ol hem toguň I2 derejä çenli täzeden ýokarlanmagyna getirýär.

Aýrylyp-ulaşdyrmanyň I2 toguň hereketlendirijisiniň berlen ýüklenmede işe goýberilmesinde talap edilýän iň kiçi (minimal) burç tizlenmesini üpjün etmek hökmanlygy göz önünde tutulyp saýlanylýar, şonuň üçin aýryp-ulaşdyrmagyň togy garşylyk momenti tarapyndan anyklanylýan taýdan hemişe ýokary bolmaly. Tok funksiýasynda dolandyrys prinsipi esasynda gurnalan awtomatiki goýberilişiniň çatgysy hereketlendirijiniň ýakorynyň zynjyryna göni goşulan bir ýa-da birnäçe releni göz önünde tutmaly bolýar. Releleriň sany rezistoryň goýberiji basgançaklarynyň sanyna bagly. Tok funksiýasynda dolandyrys çatgysynyň

(Sur 10.7) düzlişi açyjjy kontakty PY tokly releniň katuskasy iýmit alýar we onuň burç tizlenmesiniň kontaktorynyň zynjyryndaky açylan kontakt işe goýberilişiniň başynda açylýar. Şonuň üçin hereketlendirijiniň işe goýberilişi ýakoryň zynjyrynda rezistoryň doly goşulmagy bilen başlaýar: PB blokirlýäji releniň kontakty KJ kontaktyň ýanan badyna KY kontaktora ýanmaga mümkinçilik bermeýär, sebäbi PB releniň ýakylmagynyň öz hususy wagty PY releniň ýakylmagynyň uly ýa-da öz hususy bahasy bilen saýlanylýar. KY kontaktoryň işlemegine we goýberiji rezistoryň şuntirlenmegine getirýän tizlenme releniň goýbermee togy I2 aýryp – ulaşdyrmagyň togyna deň. Toguň ikinji goýberilmesinde PY releniň kontakty indi KY kontakt bilen şuntirlenen bolansoň KY kontaktor ölçmeýär.



Sur 10.7 Tok funksiýasynda hereketlendirijiniň dolandyrys çatgysy

Seredilip geçilen dolandyrys prinsipiniň özüne mynasyplygy aýryp- ulaşdyrma ýakoryň zynjyrynda toguň berlen bahalarynda ýerine ýetirilýändiginde onuň çeşmedäki naprýaženiýanyň yrgyldysyna bagly dældiginde jemlenýär.

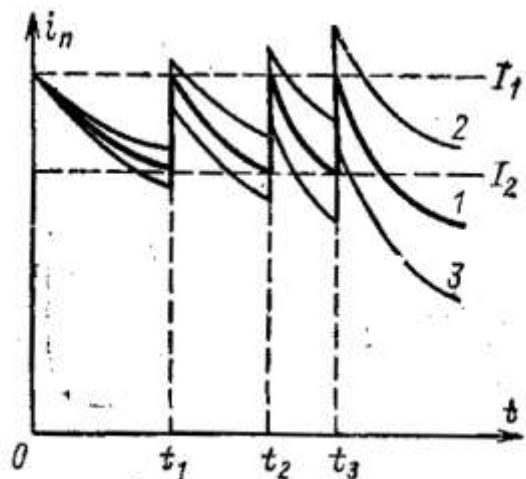
Emma tok funksiýasynda dolandyrys prinsipine esaslanan çatgylyar ýetmezçiliklerinden azat däl. Eger-de hereketlendirijiniň işe goýberilmesinde onuň walyndaky ýüklenme momenti käbir sebäplere görä hasaplanmalardan ýokary bolup çyksa, onda releniň ýakorynyň goýberilmesine bolup geçer ýaly ýagdaýynda tok uzak wagtylap I2-niň bahasynda ýokary galar. Şonuň üçin goýberiji rezistor özüniň ýanmagyna getirmegi mümkin ýagdaýynda ýakylgy galar, sebäbi ol uzak işlemegä niýetlenen däl.

w) wagt funksiýasynda dolandyrys.

10.4 suratda getirilen $W=f(t)$ we $i =$ işe goýberiliş diagrammalary goýberiji rezistoryň basgançaklarynyň şuntirlenmesi belli bir wagt aralygynda bolup geçer. Rezistoryň birinji basgançagy işe goýberiliş basgançagyndan soň t_1 wagt dan soň çykarylmalý, ikinji – t_2 wagtdan soň we ş.m. Şunuň bilen hem wagt funksiýasynda işleýän dolandyrys çatgylyarynyň düzüliş mümkinçiligi anyklanylýar.

İşe goýberilişi awtomatlaşdyrmak üçin gabat gelyän wagt saklanyşyna düzülen dürli wagt releleri ulanylýar. Täsir ediş prinsipi boýunça wagt releleri mehaniki, elektromagnitli, elektronly ýarymgeçirijili, pneumatiki we ş.m. görnüşlere bölünýär. Hemişelik we ütgýän tokly hereketlendirijileri dolandyrlanda adatça elektromagnit releler ulanylýar, sinhron hereketlendiriji ýöretmelerde işe goýberiş wagtynda naprýaženiýany aýryp ulanmak üçin hem elektromagnit ýa-da ýarymgeçirijili releler ulanylyp biliner. Her releniň hökmany wagtyna saklanmasy işe goýberiliş diogrammasyna esaslanyp anyklanylýar. Releniň wagt saklanmasyny anyklamak üçin hereketlendirijiniň hasap boýunça alnan işe goýberiliş wagtyndan kontaktorlaryň ýakylyşynyň hususy wagtyň aýyrmaly. Ululygyna saglylykda hemişelik tokly kontaktorlar üçin olaryň hususy wagtyňy 0,1-0,4 s araçäkde, ütgýän tokly kontaktorlar üçin bolsa 0,05-0,07 s araçäkde ýatýar. Hereketlendirijiniň üstünden nähili tok geçýänligine we onuň haýsy tizligine ýetenligine garamaazdan saklanma wagtyňyň dowamynda releni burç tizlenmesiniň kontaktorlary bilen dolandyrylýar. Şonuň üçin ütgýän ýüklenmede käbir orta ýüklenmede işe goýberilişiniň ortaça şertlerine gabat gelyän saklama wagtyňy saýlamaly bolýar. 10.8 suratdaky egri 1 haçanda hakyky ýüklenme hasaplananda ýüklenme bilen gabat gelen ýagdaýynda hereketlendirijiniň işe goýberilişinde toguň baglylygyny berýär. Eger işe goýberiliş rezistoryň ütgewsiz garşylygynda we releniň wagt saklanmasynda uly ýüklenmeli bolup geçýän bolsa, onda hereketlendiriji ω_1 hasap burç tizlenmesine çenli bat alyp ýetişmeýär. (10.4 surata ser), tok bolsa I2 baha çenli aşak geçmaz. Şonuň üçin rezistoryň birinji basgançagy şuntirlenen soň togyň böküş (brosok) hasapdakydan uly bolar. Rezistoryň indiki işe goýberiş basgançaklarynda hem şonuň ýaly bolar. Şonuň netijesinde $i=f(t)$ toguň baglylygy işe goýberilişiniň dowamynda 10.8. sur görkezilen 2 egri görnüşli alar. Bu ýagdaýda işe goýberilişini wagty öňkysini ýaly galar, orta işe goýberiş momenti ulalýar.

Hasaplamadaky bilen deňşdireniňde ýüklenmäniň azaldylmagy ters ýagdaýa, ýagny işe goýberilişiniň ütgewsiz wagtynda orta işe goýberilişiniň momentiniň azalmagyna getirýär. İşe goýberilişini diogrammasy bu ýagdaýda 3 egri görnüşinde görkezilen.



Sur.10.8 Wagt funksiýasynda hereketlendirijiniň işe goýberilişinde toguň egrileriň ýutgemesi

Wagt funksiýasynda işleýän dolandyryş çatgylarynyň gowulylygy tok ýa-da burç tizlenme funksiýasynda dolandyryş prinsipini ulanýan çatgylara garanyňda doly däl burç tizlenmeli hereketlendirijiniň bir näçe dowamly işinde howpyň ýoklugydyr. Ýüklenmäniň örän çalt ýokarlanmagyndan döreýän howp maksimal goragynyň barlygy bilen aradan aýrylýar we onuň bilen hereketlendiriji çeşmeden öçürülýär. İşde ýönekeýligi we ygtybarlygy şonuň bilen bir hatarda bir tipli wagt releleriniň ulunmak mümkinçiligi wagt funksiýasynda dolandyrylan elektrik hereketlendirijiniň giňden ulanmagyna getirdi.

Wagt funksiýasynda hemişelik tokly hereketlendirijiniň işe goýberişini awtomatlaşdyrmak üçin elektromagnit wagt releleri ulanylýar. Releniň käbir tiplerinde wagt saklanmasyna napriženiýany aýraňdan soň gysga ulaşdyrylan katuşkadaky magnit akymy ýuwaş-ýuwaşdan aşaklananda ýetilýär, sebäbi katuşkanyň elektromagnit wagt hemişeligi ýakor ýapyk wagty deňeşdirme ýokary releniň katuşkasyndaky tok bolsa şu deňlemä görä üýtgeýär:

$$i = e^{-t/T}$$

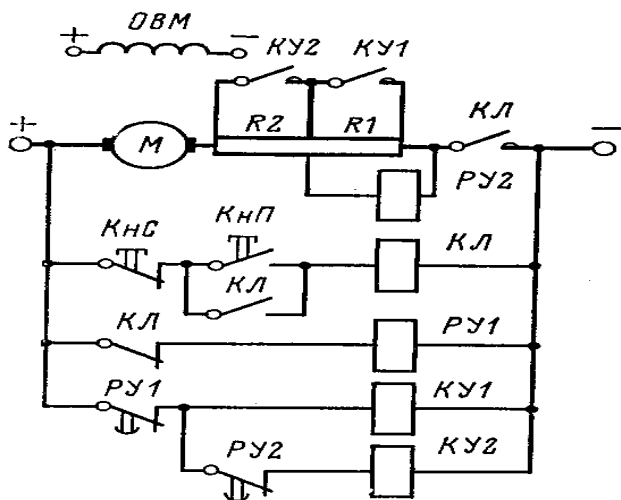
niredede – toguň başdaky bahasy; $T=L/R$ – releniň katuşkasynyň elektromagnit wagt hemişeligi; L, R – releniň katuşkasyndaky induktiwlik we aktiw garşylyk.

Bular ýaly releniň diňe rele öçük ýagdaýynda wagt saklanmaly işleýän kontaktlary bolup biler. Releniň ýakylyşy birden bolup geçýär, sebäbi ýakor aýrylan ýagdaýynda katuşkanyň induktiwligi örän pes we katuşkadaky toguň ösüşi (ýokarlanmasy) çalt bolup geçýär.

Napryženiýe aýrylandan soň sarymynyň gysga ulaşdyrmak gerekmeýän elektromagnit releler hem bar. Şuňa meňzeş relelerde wagt saklanmasy releniň serdeçnigine geýdirilýän misli gilžany ulanmagyň hasdabyna ýetilýär. Releniň katuşkasynyň öçürilen ýagdaýynda mis gilža ýapyk konturyň rolyna ýerine ýetirýär, ol ýere magnit akymynyň çalt aşak gaçmagyna päsgel berýän tok goýberilýär, onuň netijesinde releniň ýakory belli bir wagtyň dowamynda dartylan ýagdaýynda bolýar.

Elektromagnit releleriň kiçi ölçeglerinde 1s uly ölçeglerinde 5-6 s çenli wagt saklanmasy alyp bolar. Elektromagnit wagt releleriniň konstruksiýasy işde ýönekeý we ygtybarly şonuň üçin ol hemişelik tokly elektrik hereketlendirijiniň dolandyryş çatgylarynda giňden ulanylýar.

10.9 suratda elektromagnit wagt releleriň ýakylşynyň iki warianty bar. Burç tizlenmesiniň birinji basgançagy bu ýerde gilžaly PY1releniň kömegi bilen, ikinji basgançak bolsa- gilžasyz PY2 elektromagnit rele arkaly dolandyrylýar.



10.9 surat. Wagt funksiýasyndaky hereketlendirijiniň awtomatiki işe goýberlişiniň çatgysynyň düwüni.

Wagt saklanmasyny almak üçin ahyrky relede ýokarda gökezilişi ýaly hökmany suratda onuň katuşkasyny gysga ulaşdyrmaly. Şu maksat bilen PY2 releniň katuşkasy KY1 kontakt bilen şuntirlenýän goýberiji rezistoryň birinji basgançagyna parallel ýakylan. Hereketlendiriji ýakylandan soň bu rele birden çekilýär, sebäbi oňa goýberiji tok sebäpli bolýan rezistoryň birinji basgançagyndaky naprýaženiýanyň aşak gaçmasyna deň bolan ýeterlik naprýaženiýa işlemek üçin goýulýar.

Hereketlendirijiniň işe goýberlişinde KJ kömekçi açyjy kontakt işläp PY1releni öçürýär, onuň kontakty käbir wagtyndan soň gabat gelýän wagt saklanmasyna esaslanyp ýapylýar we naprýaženiýany KY1 kontaktoryň katuşkasyna berýär. KY1 kontakt ýapylýar we rezistoryň birinji basgançagyny şuntirleýär. Şonuň bilen bir wagtda PY2 releniň katuşkasy gysga ulaşýar, şonuň netijesinde bolsa ol ýimitlenmesini ýitirýär we PY2 açyk duran açyjy kontakt wagt saklanmaly ýapylýar. Ondan soň burç tizlenmesiniň kontakty ýapylýar we rezistoryň ikinji basgançagy çykarylýar. Wagt funksiýasynda awtomatlaşdyrylan hereketlendirijileri dolandyrmak üçin elejtronly we ýarymgeçirijili releler hem ulanylýar.

10.4 Çeşmeden iýmitlenen ýagdaýynda hemişlik tokly hereketlendirijileri duruzmagyň dolandyrys çatgysynyň tipli düwünleri.

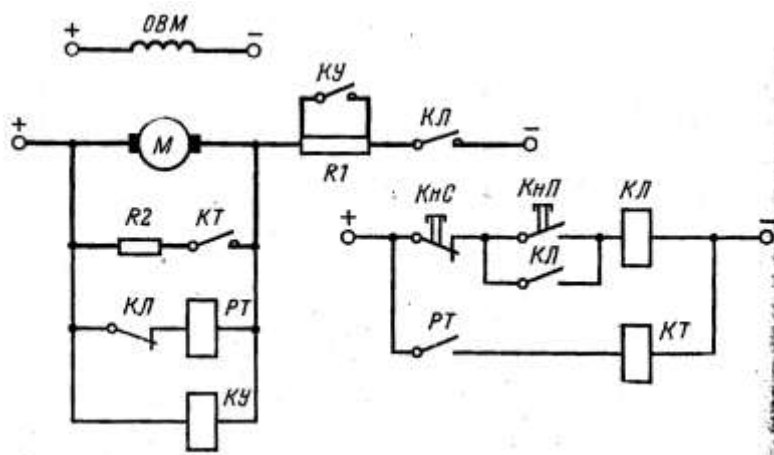
a) burç tizlik (EHG)funsiýasynda dolandyrys.

Adatça awtomatlaşdyrylan guramalarda işleýän hereketlendirijileri elektriki duruzmak üçin dinamiki duruizmak we ýakylma garşy režimler ulanylýar. Energiýany yzyna çeşmä gaýtarmakly duruzma seýrek ulanylýar, esasan hem aýratyn generatorly ýa-da teristorly rewersli göneldiji gurnamalarda, magnit akymyny güýçlendirmegiň hasabyna burç tizliginiň peselen ýagdaýynda özbaşdak oýandyryjyly hereketlendirijilerde hem-de polýuslaryň sanynyň üýtgame ýagdaýynda köp tizlikli asinhronly hereketlendirijilerde, ýygylgy

Hereketlendirijileriň dinamiki, duruzmasy wagt funksiýasynda ýa-da burç tizlik funksiýasynda işleýän çatgylar boýunça amala aşyrylyp biliner. 10.10 suratda burç tizlik funksiýasynda (EHG) duruizmanyň dolandyrylyşyny amala aşyran çatgynyň düwüni getirilen. KJI çyzykly kontaktoryň öçen ýagdaýynda onuň hereketlendirijiniň ýakoryna çatylan PT releniň katuşkasynyň zynjyryndaky KJI açyjy kömekçi kontakty ýapylýar. PT rele KT kontaktoryň katuşkasynyň zynjyryndaky özüniň kontaktny ýapýar, ol hem öz kontakty bilen hereketlendirijiniň ýakoryny R2 rezistora çatýar, we şonuň netijesinde hem hereketlendirijiniň duruzulmasy bolup geçýär. Şonuň ýaly çatgyda dinamiki duruzma prosesi PT rele öçer ýaly käbir minimal burç tizlikde ýerine ýetirilýär. Minimal burç tizlikden tä doly saklanma çenli aralykda duruzma statiki momentiň täsiri astynda bolup geçýär.

Dinamiki duruzmanyň rezistorynyň garşylygynyň hasabyny hereketlendirijiniň EHG-si ýakoryň zynjyryndaky naprýaženiýanyň aşak gaçmasy bilen deňagramlaşýanlygyny göz önünde tutup geçirmek bolýar:

E we I dinamiki duruzmada hereketlendirijiniň başky EHG we tok bahalary.



Dinamiki duruzmanyň rezistorynyň garşylygy:

Bu ýerde hasaplamlarda E – niň ornuna duruzmanyň başky pursatynda alynýan Emax mumkiň bolan iň ýokary (maksimum) bahany I – niň ýerine duruzmanyň başyndaky goýberilýän Igon togy goýmaly.

Onda (10.2) formula şeýle görnüşe eýe bolýar:

$$R_2 = E_{\max}/I_{\text{gon}} - R_{\text{ya}} \quad (10.3)$$

Eger duruzmanyň başyna çenli hereketlendiriji doly akym bilen işleýän bolsa, onda $E_{\max}=U$ we $I_{\text{gon}}=2I_{\text{gon}}$ diýip kabul edýärler. Peseldilen meýdanly garaşsyz oýandyryjly hereketlendiriji duran ýagdaýynda edil yzygider oýandyryjly hereketlendiriji üçin bolsy ýaly hökmany suratda goýberilýän toga we

EHG-ä täsir edýän duruzmanyň başyndaky burç tizligi göz önünde tutmaly. Eger-de duruzma nominal akymda amala aşyrylýan bolsa, oňda E_{\max} ululugy şu formula boýunça anyklap bolýar:

$$E_{\max} = E_{\text{HOM}} \omega_{\max}/\omega_{\text{HOM}}, \quad (10.4)$$

ω_{\max} – duruzmanyň başundaky mümkin bolan iň uly burç tizligi;

ω_{HOM} – hereketlendirijiniň nominal (orta) burç tizligi; E_{HOM} – hereketlendirijiniň orta (nominal) burç tizliginde we orta togunda ýakoryň EHG-si;

$$E_{\text{HOM}} = U - I_{\text{HOM}} R_{\text{ya}} \quad (10.5)$$

Ýokarlandyrylan burç tizliklerinde kommutasiýa şertleriniň erbetleşmegi goýberilýän togun peselmegine getirýär, şonuň üçin (10.3) formulada I_{gon} -yň ýerine:

$$I_{\text{gon}} = I_{\text{HOM}} \omega_{\text{HOM}}/\omega_{\max}, \quad (10.6)$$

Formula boýunça hasaplamak bahasyny goýmaly. I_{gon} HOM hereketlendirijiniň orta (nominal) burç tizliginde goýberilýän tok.

Dinamiki duruzmada hereketlendirijiniň momenti burç tizligine göni proporsionalygy sebäpli hereketlendirijiniň burç tizliginiň peselmegine laýyklykda duruzmanyň effektiwliligi birden azalýar, şonuň üçin duruzma prosesi uzaga çekýär. Duruzmanyň umumy wagtny azaltmak üçin burç tizliginiň peselmegine laýyklykda duruzma rezistoryň basgançaklaryny şuntirleme ýoly bilen duruzma togy ulaldyp, käwagtlar iki gezek bolsa üç basgançakly duruzmany ulanýarlar.

Ýakylmany saklaýjy duruzma-hemişelik tokly hereketlendirijiler üçin aýratyn hem duruzmanyň yz ýany hereketlendirijini ters ugra işe goýberýän ýagdaýynda rewersi hereketlendirijilerde giňden ulanylýar.

Hereketlendirijiniň ýakylmasyn garşylygynda onuň EHG-si görkezilşi ýaly çeşmäniň naprýaženiýasy bilen bilelikde hereket edýär, oňa baglylykda hereketlendirijidäki tok:

$$I = (U + E)/R,$$

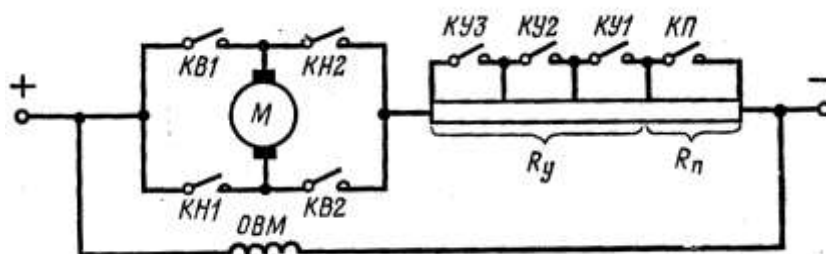
deňlama laýyk güýçli ösýär.

Ýakylmaga garşylyk ýagdaýynda togy çäklendirmek üçin güýjenmeli zynjyra goýberiji rezistorlardan başga hem ýene goşmaça resistor goşmaly bolýar. Bu goşmaça rezistora ýakylmany saklaýjynyň basgançagy diýilýär. Bu basgançagy şuntirleýän kontaktora ýakylmany saklaýjynyň kontaktor diýilýär, görkezilen kontaktoryň katuskasyny dolandyryýan relä bolsa ýakylmany saklaýjynyň relesi diýilýär.

Garaşsyz we yzygider oýandyryjly hereketlendirijiler üçin ýakylmany saklamanyň basgançagynyň hasaby şu aşakdaky deňleme esasynda ýerine ýetirilýär:

$$U + E = I(R_{\text{ya}} + R_{\text{y}} + R_{\text{n}}) \quad (10.7)$$

Nirede R_{ya} – ýakoryň, goşmaça polýuslaryň we şýotkalaryň garşylygyny ýakýan hereketlendirijiniň garşylygy (zyygider oýandyryjly hereketlendirijiler üçin oýandyryjynyň sarymynyň garşylygy göz önünde tutulýar).



10.11 sur. Ýakylmany saklamak arkaly duruzmada rezistorlaryň ýakylyşynyň prinsipial çatgysy.

Soňky deňlemä girýän beýleki garşylyklaryň aňladylyşy ýakylmany saklamanyň basgançagynyň hem ýakylyşy prinsipial çatgyda getirilen 10.11 suratda görkezilen.

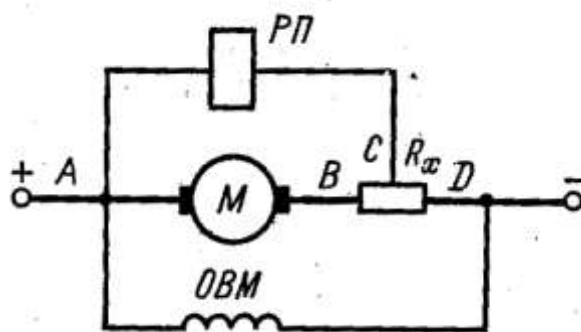
I – niň ýerine onuň Igon rugsat berilýän ululugyny, E – niň ornuna bolsa mümkin bolan iň uly Emax bahalary goýup ýakylmany saklamanyň garşylygynyň basgançagyny hasaplamagyň formulasyny alýarys:

$$R_{\Pi} = \frac{U + E_{\max}}{I_{\text{gon}}} - (R_{ya} + R_y) \quad (10.8)$$

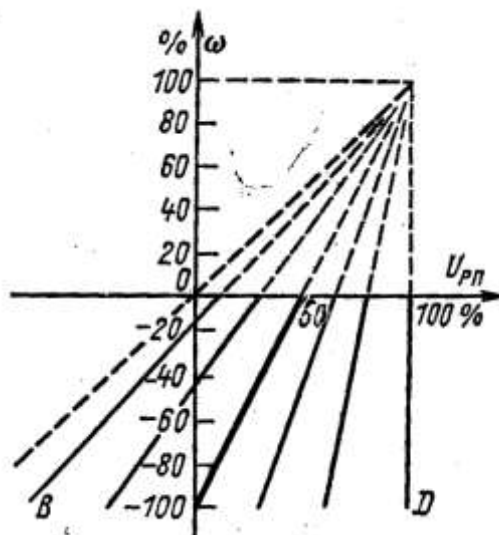
Garaşsyz oýandyryjyly hereketlendirijiler üçin $\Phi = \text{const}$ bolanda ýakynladyp $E_{\max} = U$ diýip hasap etse bolar. Başga ýagdaýlarda Emax we Igon – yň hasaplamasy (10.4) we (10.6) boýunça geçirilýär.

Ýakylma garşylygyň basgançagyny dolandyrmak ýakylma garşylygyň relesi PΠ bilen amala aşyrylýar. Reläniň katuskasy 10.12 suratda görkezilişi ýaly rezistoryň bölegine we hereketlendirijiniň ýakorynyň sarymyna parallel ýanýar. PΠ rele hereketlendirijiniň burç tizliginiň O – a ýakyn bolýança duruzma ýagdaýynda RΠ garşylygyň basgançagynyň şuntirlenmesiniň önüni alýar.

Ýakylma garşylygy relesiniň birleşme nokadynyň hasabyny geçirip, burç tizlik funksiýasynda PΠ reledäki naprýaženiýanyň üýtgemesiniň baglylygyny taparys. A – D güýjenmeli zynjyryň (surat 10.12) ähli garşylygyny R arkaly, C – D releniň baglaşma nokadyna çenli garşylygy bolsa Rx arkaly aňladalyň.



Surat 10.12. Tersbirektirme relesiniň goşulmasynyň prinsipial çatgysy.



Surat 10.13. Releniň goşulmasynyň dürli nokatlary üçin ýakylma garşylygynyň relesindäki naprýażeniýanyň häsiýetnamalary (garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi)

PII reledäki naprýażeniýe.

$$U_{PII} = U - R_x; \quad (10.9)$$

hereketlendirijiniň togunyň bahasy umumy ýagdaýda

$$I = (U - E)/R = (U - k \cdot w)/R \quad (10.10)$$

baglansykdan anyklanylýar.

(10.9) we (10.10)-nyň bellikdäki çözülmesi, $U_{PII} = f(w)$ -nyň gözlenilýän baglylygyny berýar:

$$U_{PII} = U - (U - K) \cdot w. \quad (10.11)$$

Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi üçin U, R we ϕ ululyklar hemişelik; şonuň üçin releniň goşulmasynyň berlen nokady üçin, haçan-da R_x hem hemişelik bolanda $U_{PII} = f(w)$ -nyň baglylygy göni çyzykly bolýar.

Releniň goşulmasynyň nokatlary üçin ýagny dürli R_x üçin häsiýetnamalar toplumu 10.13 sur getirilen. Ähli häsiýetnamalar örän gowy boş ideal herekettine edýän bir nokatda gabat gelýärler, sebäbi bu burç tizliginde güýjelmeli zynjyrdaky tok O -a deň we rezistoryň garşylygyndaky naprizeniýanyň aşak gaçmasy ýok. Bu (10.9) suratdan görünýär.

R_x -iň dürli bahalary üçin ähli häsiýetnamalar iki çetki, gyrakylaryň arasynda ýatýar; sagdan $R_x = 0$ bahaly häsiýetnama dik (wertikal) (goşulma nokady D , 10.13 suratda), çepden bolsa $R_x = R$ -ýa bahaly häsiýetnama (goşulma nokady B) geçýär. Ahyrky (soňky) 10.13 suratda ştrihli çyzyk bilen görkezilen ýokaryň EHG-niň häsiýetnamasyndan diňe şýotkalardaky we ýakor sarymyndaky naprýażeniýanyň aşak gaçýanlygy bilen tapawutlanýar:

Releniň D nokatda goşulmagy onuň katuskasynda burç tizligine garaşsyz hemişe toruň (çeşmäniň) doly naprýażeniýasynyň bolmagyna getirerdi. Releni B nokatda ýakmak hem ulanarlykly däl. Bu ýagdaýda ondaky naprýażeniýe B häsiýetnama boýunça üýtgär (sur 10.13), we ol hem ýokary burç tizliginde we otrisatel (ters) naprýażeniýada relin çekilmegine getirer.

Releniň ygtybarly işlemegi üçin mümkin boldygyça has dogry hasaplanylýan häsiýetnamany ýagny haçan-da polozitel naprýażeniýada rele çekilýän häsiýetnamany

saýlamaly, şonuň üçin ýakylma garşylygynyň relesiniň goşulma nokadynyň, ýagny R_x garşylygyň anyklanylyşynyň hasaby, iň ýokary burç tizligi

$$U_{p\Pi} = U - I R_x = 0,$$

bolan şertinde geçirilýär.

ol ýerden

$$R_x = U / I.$$

Ýöne duruzmanyň başynda tok bolýar

$$I = (U + E_{\max}) / R$$

onda garşylygyň gözlenýän bahasy

$$R_x = RU / (U + E_{\max}) \quad (10.12)$$

Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi üçin $E_{\max} \approx U$, şonuň üçin

$$R_x = 0,5 R \quad (10.13)$$

ПП releniň katuskasyndaky U_{BT} . $p\Pi$ çekilmäniň naprýazeniýasyny işe goýberiliş ýagdaýynda işiniň ygtybarlygynyň şertine esaslanyp hereketlendirijiniň ýakorynyň gozganmaýan ýagdaýynda reledäki naprýazeniýadan 20% pes diýip kabul edýärler, ýagny

$$\begin{aligned} U_{BT, p\Pi} &= 0,8 U_{p\Pi}; \\ &= U - I R_x = U - U R_x / R. \end{aligned} \quad (10.14)$$

nirede,

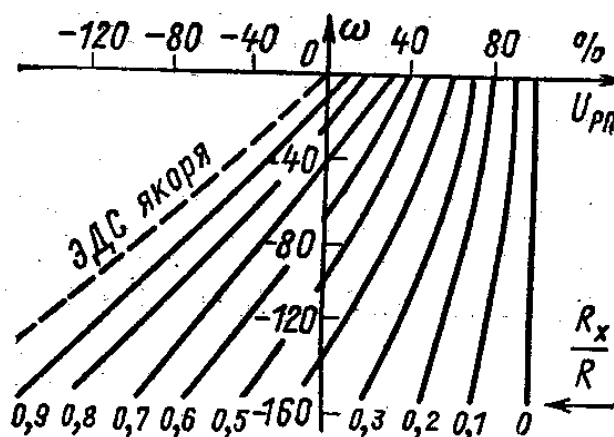
$$U_{BT} = 0,8 U (1 - R_x / R) \quad (10.15)$$

Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi üçin (10.13) göz önünde tutup

:

$$U_{BT} = 0,4 U \quad (10.16)$$

Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijileri üçin ýakylma garşylygyň relesiniň goşulma nokadynyň hasaby belli bir anyk seriýaly hereketlendirijiler üçin düzup bolýan köp toparly (uniwersal) häsiýetnamalary esasynda alnyp barylýar. Beýle häsiýetnamalar R_x / R –iň dürli bahalary üçin 10.14 sur getirilen.

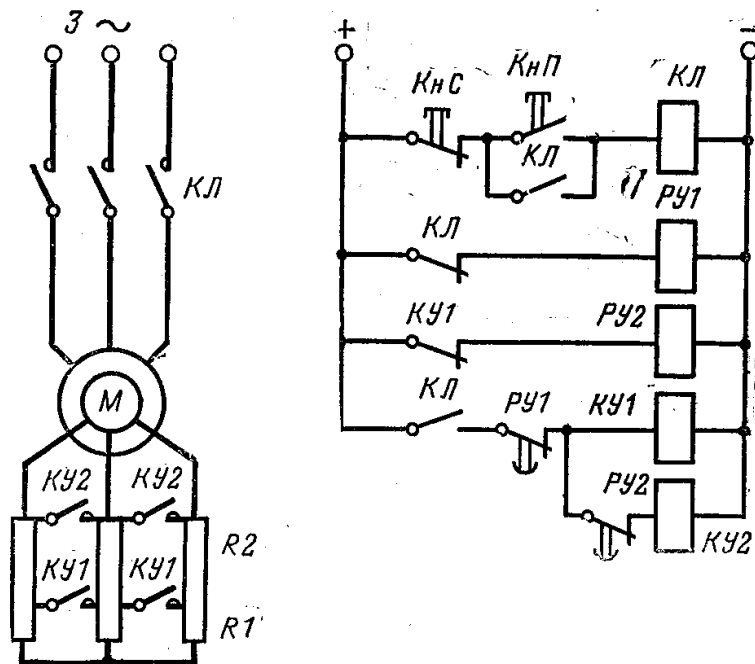


Sur 10.14. Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijileri üçin tersbirikdirme relesindäki naprýazeniýanyň häsiýetnamalary.

R_x garşylyk (10.12), E_{\max} bolsa (10.4) boýunca hem tapylyp biliner. Yzygider oýandyryjyly hereketlendirijiler üçin ýakylma garşylygyň relesiniň çekilmesiniň naprýazeniýasynyň ustawkasy hem hereketlendirijiniň ýakorynyň bytkawsyz ýagdaýynda

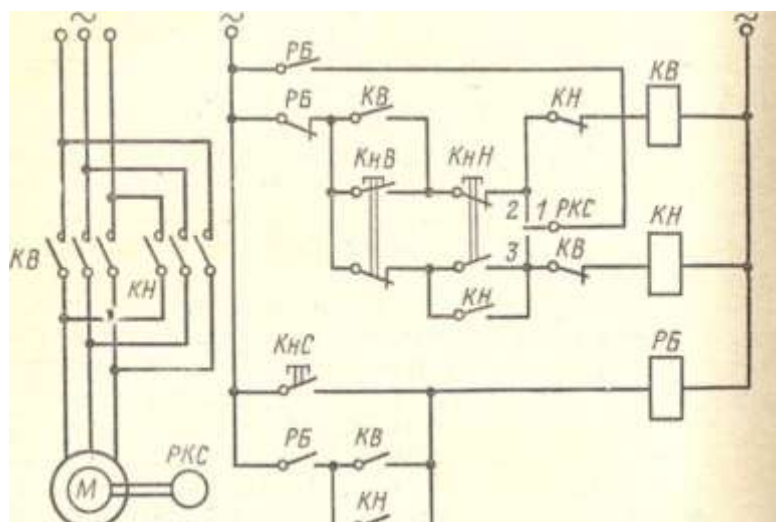
10.5 Çeşmeden iýmitlerinde asinhron hereketlendirijileriň duruzylmasynyň we işe goýberilişi awtomatiki dolandyryjy çatgylaryň tipli düwünleri.

Wagt funksiýasynda fazaly rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe goýberilişiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy 10.16 suratda getirilen. Bu ýerde releli kontaktly apparaturanyň kömegi bilen hereketlendirijiniň işe goýberilişi iki işe goýberiliş basgançagynda amala aşyrylýar, bu ýagdaýda ýokary hemişelik togyň çeşmesine çatylýar.



Sur.10.16. Wagt funksiýasynda fazaly rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe goýberilişiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy.

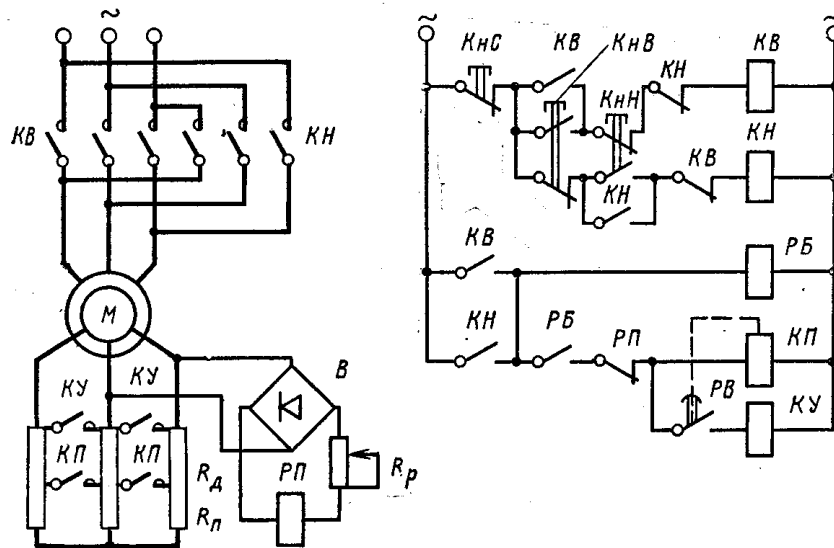
Napryáženiýa berilende dolandyryş zynjyrynda KЛ we KY1 kömekçi-açyjy kontaktlaryň üsti bilen KY1 we KY2 kontaktlaryň katuskalaryny wagt saklanmasyz açýp PY1 we PY2 releleriň katuskalarynyň zynjyrlary ýanýarlar. KHП düwme basylandan we KЛ kontaktor ýakylandan soň hereketlendirijiniň statory çeşmä çatylýar, onuň rotorly zynjyry bolsa doly ýakylgy goşmaça rezistorlara ýapyk we bellenilşi ýaly KY1 we KY2 kontaktlaryň güýçlenmeli kontaktlary işe goýberilişiniň başynda açyk. Hereketlendiriji doly ýakylgy rezistor bilen işe goýberilýär, ol hem hökmany suratda işe goýberiş toguny çäklendirýär we hereketlendirijini gerek bolan burç tuzligi bilen üpjün edýär. KЛ ýakylanda onuň PY1 wagt relesiniň katuskasynyň zynjyryndaky açyjy- kömekçi kontakty açylýar, şonuň üçin hen ol wagt saklanmasynyň wagtyny ýöredip başlaýar, wagt saklanmany sanap bolandan soň PY1 rele özüniň kontakty bilen KY1 kontaktorynyň katuskasyny ýakýar we göýberiji rezistoryň bir bölegini şuntirleýär. PY2 releniň zynjyryndaky KY1 açyjy kömekçi kontakt açylar we PY2 rele wagt saklanmasynyň wagtyny ýöredip başlar, ýagny onuň ahyrynda PY2 açyjy kontakt KY2 katuskany iýmitleniş çeşmesine çatyp ýapylýar, netijede hem göýberiji rezistoryň ikinji basgauçagy şuntirlenýär we hereketlendirijiniň öz boluşly häsiýetnamasyna çykarýar.



Sur10.17. Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini tersbirik dirme arkaly duruzmanyň çatgysy.

Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini tersbirikdirme kylma garşylyk arkaly duruzmanyň çatgysy 10.17 suratda getirilen. Bu ýerde duruzmany dolandyrmak asinhron hereketlendirijiniň waly bilen baglanşykly ПКС burç tizligine gözegçiligiň induksion relesiniň kömegi bilen burç tizlik funksiýasynda amala aşyrylýar. Hereketlendiriji «öňe» aýlananda ПКС –iň 1-3 kontaktlary ýapyk. Eger hereketlendiriji KB kontaktor ýapylýan wagty «öňe» ugur boýunça işläp bolsa, onda КНПI düwmäniň boşandan soň ПБ blokirlýji rele ýanar we özüniň açyýjy kontakty bilen KB kontaktory ýakar. ПБ ýapyjy kontakt ПКС releniň 1-3 kontaktlarynyň üsti bilen КН kontaktory ýakýar. Soňlugyça КНC düwmäni basmak talap edilmeýär, sebäbi ПБ blokirlýji rele ПБ we КН kontaktlar arkaly ýakylgy galýar. Hereketlendirijiniň burç tizligi O-a deň bolýança we ПКС releniň 1-3 kontaktlary ýapylýança ýakylma garşylyk arkaly duruzma bolup geçýär; hereketlendiriji çesmeden awtomatiki öçürilýar (КН we ПБ öçýär).

Eger hereketlendiriji КН kontaktor ýapyk wagty garşylykly tarapa aýlanýan bolsa, onda КНC düwmäni basmak bilen ПБ açyýjy kontakt arkaly КН kontaktoryň katuskasynyň zynjyry açýar, ПБ ýapyk kontakt we ПКС releniň 1-2 ýapyk kontaktlary arkaly KB kontaktor iýmetlenýär, we hereketlendirijiniň dogry tarapa aýlanmasyndaky meňzeş ýakylmany saklamak arkaly duruzma başlanýar.



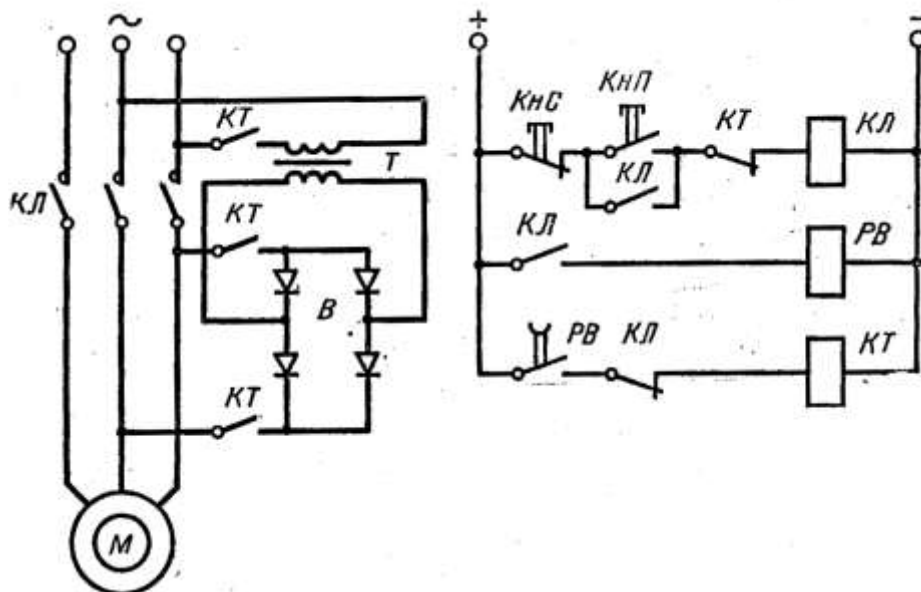
Sur.10.18 Fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň tersbirikdirme duruzmanyň çatgysy

Eger hereketlendirijini rewersirmek talap edilýän bolsa, onda KHC düwmä täsir etmän hökmany suratda aýlanmanyň garşylykly tarapynyň düwmesini basmaly. Bu ýagdaýda hereketlendiriji ýakylma garşylyk režiminde (PKC relesez) durýar, ondan soň garşylykly tarapa bat alyp başlaýar.

10.18 suratda burç tizlik funksiýasynda dolandyryş amala aşyrylýan fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň tersbirikdurme arkaly duruzmanyň çatgysy görkezilen. PП naprýaženiýanyň relesi B göneldiji arkaly rotoryň sarymynyň çykyşyna çatylýar, duruzmanyň başynda ($S=2$) ýakyn bolup onuň katuskasyndaky naprýazeniýe birden aşak düşende (iki essä ýakyn) rele öz ýakoryny goýberýär. Ters ugra işe goýberilende PП rele işlenmeýär, sebäbi rotoryň EHГ- si $S=0$ bolanda nol baha ýetip ondan hem peselýär. Hereketlendirijiniň işe goýberlişi $R_{д}$ goşmaça rezistor bilen bir basgançakda amala aşyrylýar. R basgançak duruzmada togy çäklendirmek üçin hyzmat edýär. KHB (ýada KHH) basanynda KB (ýada KH) kontaktoryň katuskasya iýmitberilýär, we hereketlendirijiniň statory çeşmä birikdirýar, PB blokirlýji rele ýakylýar. Soňra PB blokirlýji releniň ýapyk kontakty bilen özüniň kontaktorynyň ýapylmagy bilen $R_{п}$ basgançagy şuntirlenýän KП kontaktoryň katuskasyň zynjyry ýapylýar. KП kontaktora goýlan PB mehaniki maýatnikli wagt releniň kömegi bilen hereketlendirijiniň işe goýberilmegi üçin gerek bolan wagt saklamasy amala aşyrylýar, ondan soň $R_{д}$ göýberiji basgançagy şuntirlenýän KY kontaktor ýkýar, we hereketlendiriji esasy häsiýetnamasyna çykarylýar.

Eger hereketlendiriji «öňe»ugur boýunça işleýän we ony hökman duruzmaly (rewersirmekli) bolsa, onda KHП düwini esasy KB we KП kontaktorlary öçürýärler, ondan soň KH kontaktor ýanýar we hereketlendiriji ýakylmany saklamak arkaly duruzma režimine geçirilýär. Bu ýagdaýda PП rele özüniň ýapyjy kontaktor bilen KП kontaktoryň katuskasyň zynjyryny üzýär, ol hem duruzmanyň dowamynda ($R_{д}$ we $R_{п}$) rotoryň zynjyryna ähli goşmaça rezistorlary goşmagy üpjün edýär PB blokirlýji rele KП kontaktoryň katuskasyň zynjyryndaky wagytlaýyn üzülmäni döretmek üçin hyzmat edýär. Ol KB kontaktor bilen bir wagta öçýär we diňe KH kontaktoryň kontaktlary ýapylandan soň ýanýar. Haçan-da PB kontakt ýapylsa eýýäm PП rele işläp ýetişýär. Duruzma prosessiň ahyrynda saklanmanyň basgançagyna şuntirlýär. Ondan soň garşylykly topara işe goýberme bolup

geçýär.Ýakylymany saklamak arkaly duruzma bolup KHB düwmäni basandaky ýagdaýa meňzeş bolup geçýär.Eger-de KHCdüwmä bassaň hereketlendiriji çeşmeden öçürilýär,we elektriki duruzma bolup geçmeýär, hereketlendiriji waldaky statiki momentiniň täsiri astynda durýar.



Sur.10.19 Wagт funksiýasynda gysga ulaşdyrylan asinhron hereketlendirijiniň dinamiki duruzmasynyň çagysy

10.19 suratda wagт funksiýasynda gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň dinamiki duruzmasynyň çatgysy getirilen. Duruzmanyň başlamagyndan öň, haçan-da hereketlendiriji üýtgeýän togyň çeşmesine birikdirilen wagty PB wagт relisiniň karuşkalarynyň iýmitleniş zynjyry KЛI kontaktory ýapyjy kontaktorlary arkaly ýapyk.PB ýapyjy kontakt ýapyk, ýöne KT kontaktoryň katuşkasy açylgy duran KЛ göni çyzykly kontaktor öçürilende hereketlendirijiniň statorynyň zynjyry we ПI releniň katuşkasynyň zynjyry ýapylýar. KЛ açyjy kontaktor ýapylan, KT dinamiki duruzmanyň kontaktoryny ýakýar. Bu ýagdaýda T peseldiji transformatorynyň B göneldiji ýarym geçiriji köpriniň we KT ýapyk kontaktlaryň üsti bilen asinhron hereketlendirijiniň statorynyň sarymyna hemişelik tok berilýär, onuň netijesinde hem dinamiki duruzma amala aşyrylýar. Hereketlendirijiniň duruzylmasy doly saklanma çenli dowam edýär.Duruzmanyň ahyrynda PB wagт releniň ýokary aşak düşýän we KT kontaktor öçýär. Şeýlelikde

$$t_{PB} \geq \int_0^{\omega_{max}} \frac{dw}{M_T + M_c}$$

şert bilen anyklanýanPB releniň wagт saklanmasy tarapyndan berilen wagт funksiýasynda amala aşyrylýar.Mt we Mc degişlilikde hereketlendirijiniň walyndaky ýüklenme bilen şertlendirilen dinamiki duruzmanyň momenti we statiki moment. Duruzmanyň intensiwligi statoryň sarymlaryndan geçýän hemiselik tok arkaly anyklanýlyar.Statoryň togyny çäklendirmek üçin rugsat berilen baha bolup T peseldiji transformator hyzmat edýär.

10.6 Sinhronly hereketlendirijilerin awtomatiki dolandyrys çatgylarňyň tipli düwünleri.

Sinhron dwigatelleri hemişelik tizlikde işlän mehanizimleriň orta we ýokary kuwwatly hereketlendirijilerinde senagatda giňden ulanylýar. Bu ýagdaýda asinhron hereketlendirijiler bilen deňeşdireniňde sinhron hereketlendirijileriň birnäçe artykmaçlygy bar. Olar ýokary kuwwatda öňürtileýji $\cos\varphi$ -li işlände ýokary kuwaatlylyk koeffisiýentine eýe. Kuwwatly sinhron hereketlendirijileriň peýdaly täsir koeffisiýenti 0,96-0,98 deň. Haçanda asinhron hereketlendirijilerde howa deşiginiň bozulmasy olaryň häsiýetnamasynyň bozulmagyna getirýän bolsa, onda asinhron hereketlendirijilere seredeniňde uly howa deşigi podşipnikleriň haýallanmagynda hem sinhron hereketlendirijileriň häsiýeini üýtgetmeýär. Sinhron hereketlendirijiler iýmitlendiriji çeşmäniň napriženiýasynda göni çyzykly-baglylykda ýokary ýüklenme görterijili ukyby bilen tapawutlanýar: asinhron hereketlendirijileriň ýüklenme görterijiler ukyby napryženiýasynyň kwadratyna deň.

Sinhron hereketlendirijileri işe göýberijiligiň rezimleriniň talapyna we oýandyrmagy awtomatiki sazlamagyň şertlerine laýyklykda üç topara bölmek bolar:

- 1) az üýtgeýän ýüklenmeli hereketlendirijiler;
- 2) pulsirleýji ýüklenmeli;
- 3) birden üýtgeýän ýüklenmeli.

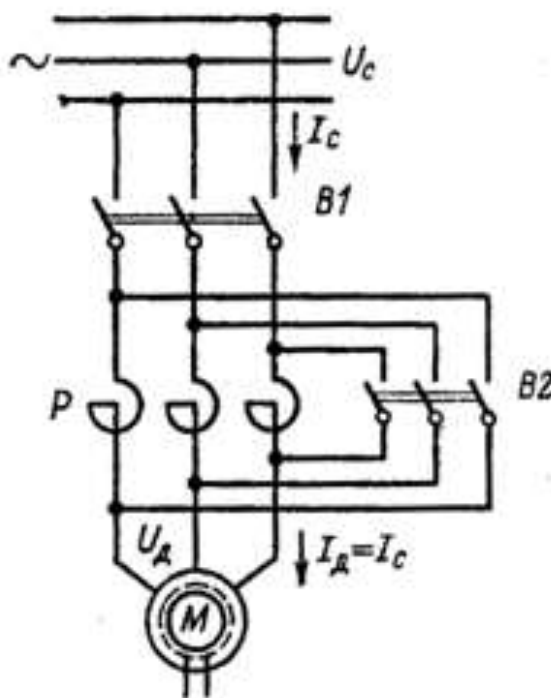
Birinji toparyň tipli mehanizimlerine nasoslar, wentilýatorlar, kompressotrly trobomaşynalar we başgalar degiçli. Bu hereketlendirijileriň kuwwatlylygy birnäçe onlukdan birnäçe müňe çenli kilowat aralykda bolýar. Bu hereketlendirijiler: İşe goýberiş momentine $k_{II} = M_{II} / M_{hom} = 0,4 \div 0,6$: giriş momentini $k_B = M_B / M_{hom} = 0,8 \div 1,2$ we ýüklenmäni görterijilik ukuklylygyny $\lambda = M_{max} / M_{hom} = 1,5 \div 2,0$ üpjün etmeli. Pulsirleýji ýüklenmeli birnäçe ýüzden, birnäçe kilowat kuwatly, ikinji topar hereketlendirijileri (yza gaýtaryjy postupatel hereketli dürli hilli mehanizimler, porşunly kompressorlar nasoslar) $K_{II} = 0,4 \div 1,0$. $K_B = 0,4 \div 0,6$. we $\lambda = 1,5 \div 2,5$ talap edýär. Birden üýtgeýän ýüklenmeli üçünji topar hereketlendirijiler üçin birnäçe ýüzden onlarça müňe çenli kilowat kuwwatly sinhron hereketlendirijiler ulanylýar (dag magdan kärhanalardaky şarly degirmenleri, nebit senagatyň burawlaýjy lebýodkalary, üzüksiz prokat ýasaýan stanlary, domna peçleriniň eredilip tagalanan lebýodkalary we başgalar) Bu göýberilişi baş amala aşyrylýan şu topar mehanizimleri üçin şular häsiýeti:) $K_{II} = 0,5 \div 1,0$. $K_B = 0,4 \div 0,5$. we $\lambda = 2,5 \div 3,5$: ýüklenmeli işe goýberilişde) $K_{II} = 1,2 \div 2,0$. $K_B = 1 \div 1,5$. we $\lambda = 2,5 \div 3,5$.

Bu topar hereketlendirijiler üçin umumy talap elektrik hereketlendirijileriň energetiki görkezijilerini gowulandyrmak we durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin togy awtomatiki sazlamada oýandyrmak hokmanylygy bolup durýar.

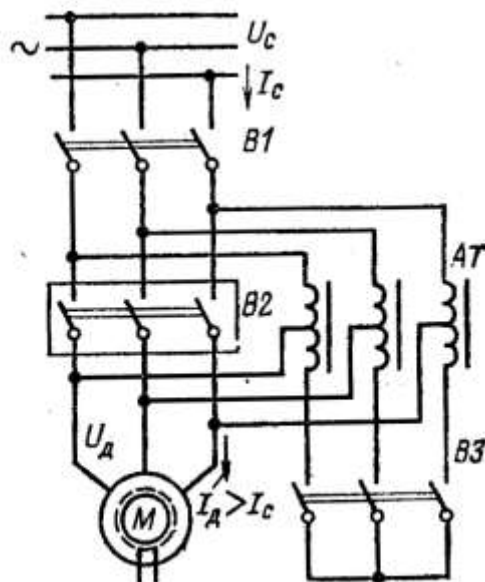
Häzikri zaman sinhron hereketlendirijileri rotorynda hemiýelik tokdan iýmitlenýän oýandyryjy sarymdan başga-da ýörite işe göýberiji gysga ulaşdyrylan sarymy bar, onuň kömegi bilen sinhron hereketlendirijileriň işe goýberilişini asinhron goýberiliş çatgysynda amala aşyrylýar.

Sinhron hereketlendirijileri awtomatik dolandyrmak işe göýberiş sinhronlaşdyrma, sinhronsyzlaşdyrma duruzma we oýandyрма togyny awtomatiki sazlama prosesslerini göz önünde tutýar. Häzirk wagyt sinhron hereketlendirijileri işe doly ýa-da peseldilen napryženiýada göýberilýär. Doly napryženiýe ýakynlanda statory sarym öçüriji arkaly göni çeşmä goşulýar. Eger işe goýberiji togy äklendirmek hokmanlygy ýüze çyksa, onda starorly zynjyra çatylan reaktorlaryň ýa-da awtotransformatorlaryň kömegi bilen peseldilen napryženiýada işe goýberiliş ulanylýar. 10.20 suratda getirilen çatgyda işe

goýberilişiniň başynda stator P reaktor arkaly goşulýar-B1 öçüriji ýakyk,B2 bolsa – öçürilen. Hereketlendiriji işe goýberilende we onuň senhron astynda burç tizligini ýetmeginde reaktorly şuntirleýär B2 öçürijiniň ýakylmagy arkaly stator doly naprýaženiýa goşulýar.İşe goýberilişniň awtomatlaşdyrylyşy wagt funksiýasynda amala aşyrylýar.



Sur.10.20. sinhron hereketlendirijini reaktorly işe goýbermegiň çatgysy (statorly zynjyr).



Sur.10.21. Sinhron hereketlendirijini awtotransformatorly işe goýbermegiň çatgysy (statorly zynjyr)

10.21 Suratda sinhron hereketlendirijiniň statorynyň zynjyryna awtotransformatory goşmagyn kömegi bilen işe goýberiji toguň zyňylmasyny çäklendirmegiň çatgysy getirilen. Kommutasion guruluşlaryň ýakylýş yzygiderligi şeýle. Ilki bilen B3 we B1 öçürijiler ýakylýar,

ondan soň wagt saklamasy bilen B3 öçüriji öçürilýär we B2 ýakylýar. Awtotransformatoryň üsti bilen işe goşberilişi seýrek ulanmak gerek, sebäbi bu çatgy reaktorly işe goýberiliş çatgysynyň artykmaçlygy bar ýagny reaktorly işe goýberilişine seredeninde çeşmeden ulanylýan tok az bolar, sebäbi tok naprýaženipýa ters proporsional ýagy

$$I_c / I_d = U_d / U_c$$

haçanda reaktorly işe goýberilişde $I_d = I_c$ bolanda. Çesmeden ulanylan şol bir işe goýberiliş togunda awtotransformaroly çatgynyň iki ýagdaýynda hem göýberiliş togunyň peselmeginiň birinji basgançagynda proporsional bolan hereketlendirijiniň uly işe goýberiş momemtni bilen üpjün ediler. Şonuň üçin işe goýberiliş awtotransformatörler usulyny ýokary işe goýberiliş momenti talap edilýän ýagdaýlarynda hödürlemel bolar. Togy çäklendiriji gurluşlaryň kemegi bilen hereketlendiriji işe goýberilen ýagdaýynda oýandyryjy togun işe göýberilişi sinhron astyndaky tizligiň çäginde işe goýberiş häsiýetnamasynyň berkligine we hereketlendirijini doly naprýaženiýa çatylmagyndan öň –ýeňil işe göýberiliş, ýa-da doly naprýaženiýada –agyr işe goýberiliş ýüklenme momentiniň bahasyna baglylykda amala aşyrylýar.

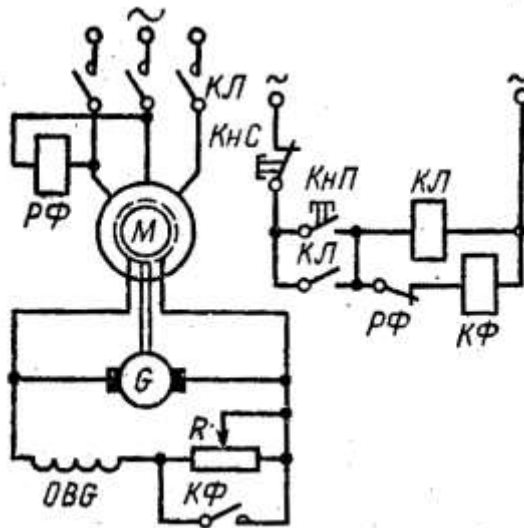
Ýeňil işe göýberiliş ýüklenmäniň kiçi momentlerinde boş we hereketlendirijiniň uly däl inersiýa momentlerinde ýerine ýetirilýär; ol sinhronizasiýa toguň zyňylmasynda deňşililikde has gowy bolup durýar.

Agyr işe göýberiliş waldaky otnasitel uly ýüklenmesinde we hereketlendirijileriň inersiýasynyň az momentlerinde sinhronizasiýa wagty uly giriş momenti talap ediljek ýerlerde (meselem, kuwwatly mahowikli kompressor gurnamalaryň, ýersnaryadlaryň işe goýberilmegi) ulanylýar.

Oýandyryjy saryma hemişelik tok parallel oýandyryjyly hemişelik toguň generatoryndan ýa-da oýandyryjy hökmünde ulanylýan tiristorly özgerdijiden berilýär. Çalt aýlaýan hereketlendirijide oýandyryjy (generator) sinhron hereketlendirijiniň walynda oturdylýar, haýal aýlanýan hereketlendirijilerde gysga ulaşdyrylan rotorly aýratyn asinhron hereketlendirijilerden herekede getirilýän oýandyryjy ulanylýar.

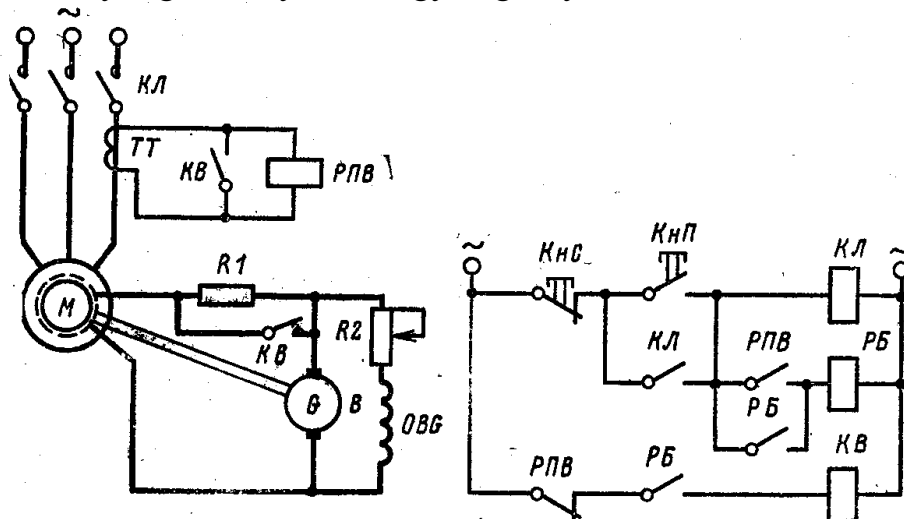
Haçanda iýmitlendiriji çeşme we hereketlendiriji rugsat berilen ýagdaýlarda göni işe goýberilişi ulanylýar- oýandyryjy hemişelik ýakylgy ýagdaýynda ($M_c < 0,4 M_{hom}$) statorly sarymy çeşmä çatylmagy ýa-da sinhron täsiri astynda burç tizligi ýagdaýynda oýandyryjyny çatmak bilen ýa-da sinhron täsiri astyndaky burç tizliginde ($M_c > 0,4 M_{hom}$ bolanda) şuntirlenýän razrýady rezistoryň üsti arkaly çatylan oýandyryjy bilen.

Sinhron hereketlendirijiniň walyna oturdylan elmydam çatylan oýandyryjyly pes napriženiýaly sinhron hereketlendirijiniň göni işe goýberilişiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy 10.22 sur görkezilen hereketlendirijiniň işe göýberilmegi KJI göniçyzykly kontaktoryň ýakylmagyna getirýär. Oýandyryjynyň oýandyrylmagy belli bolsy ýaly käbir kritiki burç tizliginde bolup biler ondan soň oýandyryjy toguň ýakylmagynda burç tiliginiň ösmegi bilen awtomatiki bolup geçýär. Köp ýagdaýlarda kritiki burç tizligi sinhronlýnyň 0,75 töweregine deň bolýar.



Sur. 10.22 Elmydam çatlygy oýandyryjly sinhron hereketlendirijiniň göni işi göýberilşiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy.

Şonuň üçin oýandyryjynyň oýandyrma zynjyryndaky rezistoryň R garşylygy oýandyrma sinhronla ýakyn burç tizliginde başlanar ýaly edilip alynýar, ol hem sinhronizasiýada statordaky toguň batly azalmagyna getirýär.



Sur.10.23 Razrýadly rezistoryň üsti bilen oýandyryjy çatylan ýagdaýyndaky statoryň togunyň funksiýasynda sinhron hereketlendirijiniň işe göýberilşini dolandymagyň çatgysy.

Çeşmäniň naprýaženiýasy aşak gaçanda hereketlendirijiniň oýandyrylmasyny güýçlendirmek üçin kontaktyny R rezistor şuntirleýän КФ kontaktor we РФ minimal naprýaženiýasynyň relesi ulanylýar. Çeşmäniň naprýaženiýasy gaýtadan dikeldilende КФ kontaktor РФ releniň ýapyjy kontakty tarapyndan öçürilýär. Işe goýberilşiniň has agyr şertlerinde oýandyrylyşy bermegi dolandymak statoryň tok funksiýasynda amala aşyrylýar (sur.10.23) R1 razrýadly rezistor bolsa hereketlendirijiniň oýandyryjy sarymy we oýandyryjy bilen yzygiderlikde çatylýar. Işe goýberiliş КНП düwinä basmak bilen amala aşyrylýar, КЛ kontaktor ýanýar, we hereketlendirijiniň statory çeşmä goşulýar; şol bir wagtda ПИБ tokly rele ТТ toguň transformatoryndan ýimit alýar we özüniň КВ kontaktoryň katuskasynyň zynjyryndaky açyjy kontaktyny açýar ýapyjy kontakty bilen bolsa РБ releni

ýakýar. Bu rele özüniň kontaktlaryny ýapýar we öz-özi iýmitlenmä durýar. PБ rele ППБ rele häli ýanyp ýetişmäňkä hereketlendiriji çeşmä çatylanda KB kontaktoryň ýakylmasynyň önümi almak (PБ –niň işläp ýetişme wagtynyň hasabyn) üçin niýetlenen. Asinhron işe goýberide sinhron astyndaky burç tizlikde statoryň togy birden kemelýär, we kontaktlary ППБ releniň katuskasyny we razrýadly rezistory şuntirleýän KB kontaktoryň katuskasyny ýakyp ППБ rele öz kontaktoryny ýapýar. Hereketlendiriji sinhronizme girende statoryň togunyň zyňylmasynda ППБ releniň işlemeginiň önümi almak üçin ahyrky ýagdaý hökmandyr.

10.7 Elektrohereketlendirijileri dolandyrmagyň çatgysynda logiki elementleriň we kontaktsyz apparatlaryň ulanylyşy.

Ýokarda releli – kontaktly apparatlar (elektromehaniki we elektromagnitli wagyt releleri, kontaktorlar dolandyryşyň düwünleri we ş.m) arkaly elektrohereketlendirijileri awtomatiki dolandyrmagyň (işe goýberilme we duruzma) prinsipleri seredilip geçildi, olarda hereketdäki bölekler zaýalanma sezewardyrlar, uzak möhletlilik ýakylmagynyň ýygylgyna we ýüklenmesine baglydyr.

Kontaktsyz apparatlar ulgamlaryň (sistematiki)idege we sazlama mätäçdir we işde ýeterlik ygtybarly däl; dolandyryş çatgyda releli-kontaktly elementler köp boldygyça, şonça hem bular ýaly çatgy ygtybarsyzdyr.

Awtomatiki dolandyrylýan elektrohereketlendirijiniň işiniň ygtybarlygynyň ýokarlandyrmak üçin köp ýagdaýlarda releli- kontaktlar ýaly diskret täsirli apparatlara meňzeş kontaktsyz apparatlar hem ulanyşda öz ornuny tapýarlar.Şonuň üçin statiki kontaktly apparatly dolandyryş ulgamynyň düzülişi releli-kontaktly ulgamlaryň strukturasy ýaly şol bir logiki kanunlara tabydyr.

Kontaktsyz apparatlar kontaktlaryň we çalt zaýalanyp hatardan çykýan mehaniki bölekleriň ýoklygy; ýüklenmä garamazdan uzak gulluk möhleti; daşky gurşawyň täsirini duýgursyzlygy (tozan, çyglylyk, himiki aktiw gazlar); ýokary çalt täsir edijiligi ; elmydama idegiň we sazlamanyň hökman dälligi ; bloklaryň elementler bilen ykjamlygyny bilen tapawutlanýarlar.Kontaktsyz logiki elementler bejergä degişli däl modullar hökmünde taýýarlanylýar

Häzirki wagtda aýratyn logiki modullaryň matrisaly logikanyň (logiki we kömekçi gurluşlaryň programirlenýän komandokontrollerleriň ýygnaýmagy we ş.m) örän kiçi daşky göwrümlü we örän ýokary ygtybarlykly integral ýarymgeçiriji mikroshemalar esasy element bazasy bolup durýarlar. İşlemeleriň uly bolmadyk mukdarynda has ýönekeý çatgylar ýaly ýagdaýlarda hem releli- kontaktlylaryň ýerine kontaktsyz logiki gurluşlary giňden ulanylmagyň meýillerişdirip ugrady, bu hem metal kesiji we başga senagat mehanizimleri üçin logiki dolandyryş çatgylaryny proektirleme öndürme we ekspluatirleme ugurda ykdysady artykmaçlyk bilen baglydyr.

Kontaktsyz logiki elementleriň logiki funksiýalary ýerine ýetirýän diňe relesi bilen tapawutlanýandygyny bellemek gerek. Ýerine ýetiriji apparatlar- güýçli takyk releler, elektrohereketlendirijiniň güýjenme zynjyrynyň kommutasiýalaryny öndürüp kontaktlar adatça kontaktly görnüşde galýarlar. Diňe seýrek ýagdaýlara güýjenmeli kontaktsyz apparatlar- tranzistorly, tiristorly we simistorly açarlar ulanylýar,- olar häli örän gymmat, kontaktsyz logiki gurkylar pestakykly elementler bolup ylalaşygy giriş, çykyş(güýjendiriji) we ýerine ýetiriji gurluşlar bilen sazlaşykly ulanylýar. Logiki gurluşlaryň işlemegi üçin

pes, sazlanan we gowy stabilizirlenen hemişelik naprýaženiýanyň ýýmitlendiriji çesmesi hem gerek bolýar.

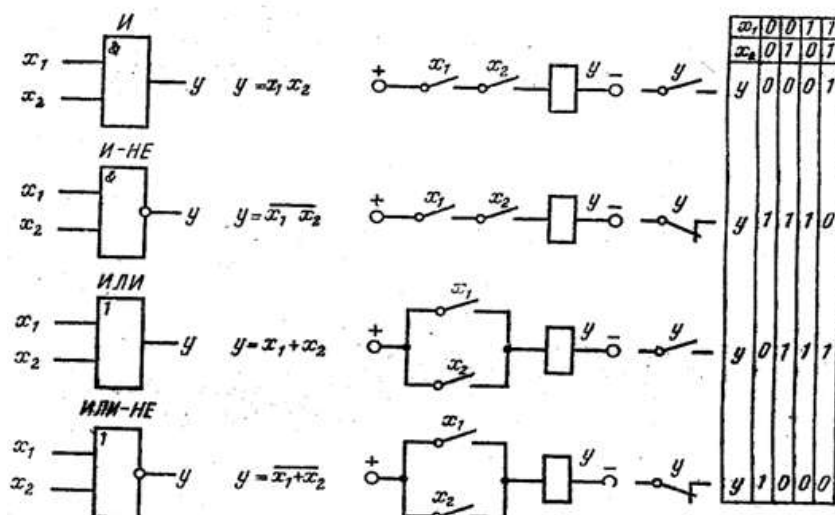
Esasy logiki elementler we olaryň releli ekwiwalentleri 10.24 suratda getirilen. Rele iki ýakylgy ýada öçürilgi ýagdaýda logiki düşüňjelere görä «howa» ýa-da «ýok» bilen gabat gelýän bolsa, onda releniň giriş we çykyş zynjyrlarynyň ýagdaýyny 1 we 0 sanlar bilen aýlatsak amatly bolýar. Kontaktly releleriň üçin 1 san zynjyryň ýapyklygyny 0 san zynjyryň açykdygyny aňladýar. Kontaktsyz logiki elementler hem şonuň ýaly girişde ýa-da çykyşda naprýaženiýanyň badygyny 15-n, ýagdaýyny bolsa -0 san bilen bellemek kabul edilen. Eger kontaktly releniň ýapyjy kontakty bar bolup, we şol ýagdaýda katuşka toksyzlandyrylan bolsa, onda giriş signal 0-a deň, releniň kontakty ýapyk bolsa – çykyşda signal 10e deň katuşka naprýaženiýa berlende çykyşda signal 1-e deň rele öz kontaktyny ýapýar-çykyşda signal 0-a deň. Bu ýagdaýda rele ýok.(HE) (inkär etme, inwersiýa) logiki operasiýany amala aşyrýar. Bular ýaly logiki element adatça inwertor (hemişelik elektrik toguny üýtgeňip durýan elektrik toguna öwürýn gurluş) diýip atlandyrylýar.

Releniň kontaktyna ýýmit berlende ýapyjy kontaktynyň bar bolan ýagdaýynda ol «gaýtalanma» logiki operasiýany ýerine ýetirýär, logiki element bolsa gaýtalaýjy diýeip atlandyrylýar.

Eger releniň katuşkasy iki sany yzygider ýakylan ýapyjy kontaktlar bilen ýakylan bolsa we ýapyjy kontakty bar bolsa, onda ol diňe haçan-da katuşkanyň zynjyrynda iki kontakt hem ýapylan ýagdaýynda (girişleriň ikisinde hem 1- deň) işläp (çykyşda signal 1-e deň bolar). Bu WE logiki element arkaly ýerine ýetirilýän WE(konýunksiýa) logiki operasiýa laýyk gelýär. Ýapyjy kontakt ýagdaýynda relede ol WE –ÝOK. (Şefferiň ştrihi) logiki operasiýanyň ýerine ýetirýär.

Releniň katuşkasynyň iki sany parallel ýakylgy ýapyjy kontaktlar arkaly dolandyrylan ýagdaýynda rele degişlilikde onuň kontaktynyň görnüşine baglylykda YA-DA (dizýunksiýa) we YA-DA- ÝOK(Pirsiň strelkasy) logiki operasiýalary ýerine ýetirýär. Adatça logiki elementiň çykyşyndaky ýagdaýyny girişlerdäki ýagdaýlara baglylykda hakykylyk tablisasyny, häsiýetlendirýärler(sur.10.24) Logiki elementlerde girişleriň mukdary köp bolup biler (integrally mikroskoplarda sekize çenli)

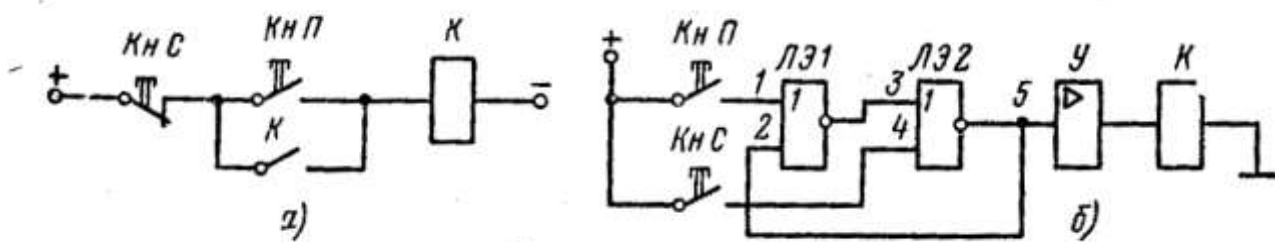
Integral mikroshemalar köplügi dürli görnüşli logiki elementlerden başga hem ýatda saklaýjy elementleri – triggerleri we birnäçe fuksional elementleri özünde saklaýar, kontaktsyz dolandyryjy elementler köpligi ondan başga hem wagt saklanmasynyň elementlerini ýlalaşyjy giriş we güýçlendiriji çykyş elementlerini özünde saklaýar.



Sur.10.24. Esasy logiki elementler.

Logiki funksiýalar üstünde belli bir düzgün boýunça özgertmeler geçirip bolýan algebraiki formulalar görnüşinde (sur.10.24) ýazylyp bilener. Logiki dolandyryş çatgylaryň proektirlenşiniň usullarynyň biri şunuň bilen esaslanýar. Kontaktsyz logiki elementlerde çatgylary proektirlemegiň başga metody releniň katuskalaryň we kontaktorlarynyň sazlaşygyny ekwiwalent logiki elementler bilen çalyşmak ýaly arkaly önünden düzülen releli-kontaktly çatgyny kontaktsyz analoga geçirmek bolup durýar (sur.10.24). Eger çatgy kän bir kyn bolmasa ikinji ýol ýönekeýrär. Birinji-azsanly kontaktsyz apparatlar bilen rasional çatgylary çözüwleri berýän algebra logiki düzgünleri ulanmak arklaly meseläniň göni çözülmegini üpjün edýär.

Meselem hökmünde 10.25.a suratda getirilen kontaktoryň katuskasynyň ýakylyşynyň we açylyşynyň (elektromagnit muftasynyň, duruzyjynyň we şm) releli wariantynyň ýönekeý çatgysyna seredip geçeliň. Kontaktsyz logiki elementli dolandyryş çatgylary şekillendirilende diňe logiki funksiýalary we elementleriň arasyndaky aragatnaşygy görkezýärler. 10.25 surtdaky kontaktsyz çatgyda ЛЭ 1 elementiniň 1 we 2 girişlerinde öňki ýagdaýynda (КНП düwme basylýança) signal 0, şonuň üçin ЛЭ 2 elementiniň 3 görnüşine 1 ЛЭ 2 elementiniň 5 çykyşynda bolsa 0 signal gelýän; Y güýçlendirijiniň çykyşynda we К kontaktoryn katuskasynynda 0-a ýakyn. КНП düwmä basanynda ЛЭ 1 elementiniň 1 girişine 1 signal berilýär, ЛЭ 2 elementiniň 3 girişinde degişlilikde 0 signal goýulýar, 5 çykyşda-1, bu signal Y güýçlendirijiniň girişine we ЛЭ 1 elementiniň 2 görnüşine gelýär, К kontaktor ýakylýar we КНП düwme goýberilenden soň hem ýakylgy galýar, sebäbi ЛЭ 1 elementiniň 2 görnüşinde 1 signal saklanyp galýar «göýberme» komandanyň ýatda saklanyşy bolup geçýär.



Sur. 10.25 Kontaktoryň ýakylyşynyň çatgysy.

a)releli kontaktly wariant; b- YA-DA-ÝOK elementlerdäki kontaktsyz analog.

КНС düwmä basylanda ЛЭ2 elementiň 4 girişine 1 berilýär, ol hem özüniň 5 çykyşynda we ЛЭ1 elementiniň 2 çykyşynda 0-nyň bolmagynda getirýär.К kontaktor öçýär.Çatgy öňki ýagdaýynda gelyän we КНС düwmä goýberilende soň ony saklaýar, sebäbi ЛЭ1 elementiniň 1 we 2 çykyşlaryna 0 signal gelyär.

10.25. suratdaky çatgy boýunça ýygналan ЛЭ1 we ЛЭ2 (YA-DA-ÝOK) elementler «память» tipli elementi emele getirýär.Bu düzüji elementiň 1 görnüşindäki 1 signal «память» -yň ýakylysyna φ girişdäki 1 signal onuň öçürilişine gabat gelyär. «память» -iň funksiýasy käwagtlar triggeriň tipli elementiniň kömegi bilen amala aşyrylýar. Laýyk gelyän logiki elementleriň ýygналmany bilen elektrik hereketlendirijileri kontaktsyz dolandymagyň islendik has – ýa-da az çylşyrymly çatgysy düzülip biliner.

11. Ýazdyrylan (açylan) dolandyryş ulgamlarynyň tipli çatgylary.

11.1. Umumy ýagdaýlar.

Öň seredilip geçilen üýtgeýän we hemişelik tokly hereketlendirijileri dolandymagyň ýazdyrylan ulgamynyň çatgylarynyň tipli düwünleri, haçan-da olar tarapyndan diskretli dolandyryş mümkin bolan ýagdaýynda deňeşdirme ýönekeý desgalara bildirilýän esasy tehniki talaplara jogap berýän tipli çatgylary öwrenmäge mümkinçilik berýärler.

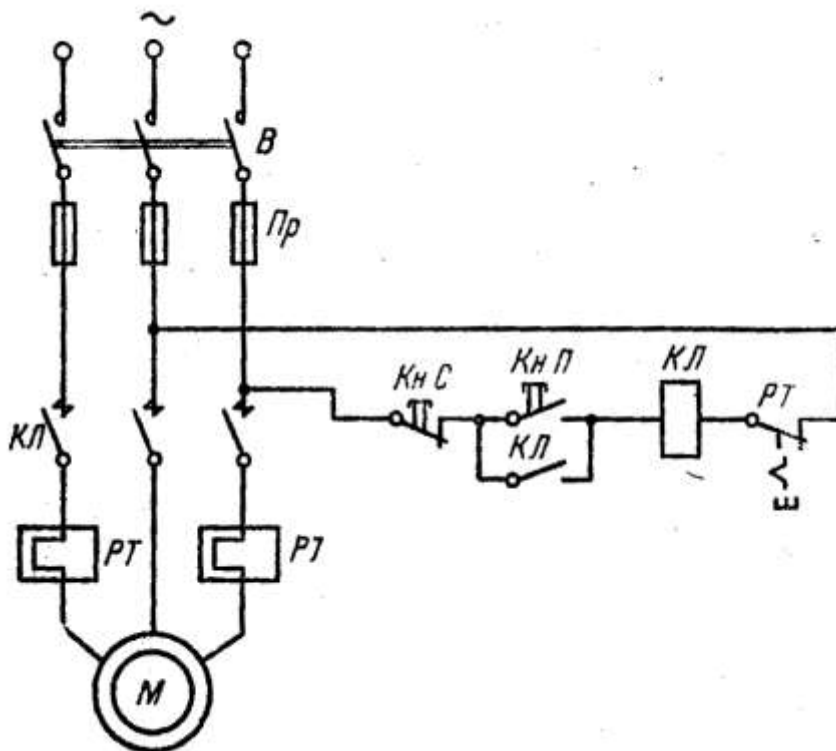
Başda gysga ulaşdyrylan rotorly bir tizlikli we iki tizlikli asinhron hereketlendirijileri duruzmagy dürli usullary we rewersirlemegiň işe goýberilişi üçin ulanyşda öz ornuny tapan käbir tipli çatgylara seredip geçeliň .Ondan soň –naprýaženiýanyň tiristorly kommutatorly gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijileri fazaly rotorly asinhron hereketlendirijileri, ondan başga-da sinhron hereketlendirijileri dolandymagyň has çylşyrymly çatgylary. Soňra garaşsyz we yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijileri dolandymagyň çatgylaryny käbir önümçilik mehanizimleriň elektrik hereketlendirijilerini releli- kontaktly dolandyrylmagyň tipli çatgylaryna seredilýär.Çatgylarda hereketlendirijini ýüklenmeden we gysga ulaşmadan iýmitlendiriji naprýaženiýanyň birden peselmeginden we başgalardan goramagyň dürli usullary getirilen

11.2 Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe göýberilmesini duruzylmasyny we rewesirlenmesini dolandymak.

Asinhron hereketlendirijileri dolandymak üçin releli- kontaktly enjamlar giňden ulanylýar.Uly bolmadyk kuwwatly gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe göýberilişi adatça magnit göýberijileriň kömegi bilen amala aşyrylýar.Magnit goýberiji üýtgeýän toguň kontaktoryndan we oňa oturdylan iki sany ýylylyk releden durýar.

Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini magnit göýberiji arkaly dolandyrmagyň ýönekeý çatgysy 11.1 suratda görkezilen. Çatgy güýçlenmeli zynjyrlarynyň ýmitlenmegine we şol bir naprýaženiýasynyň çeşmesinden dolandyryşy göz önünde tutýar. Emma köpräk bölegi pes naprýaženiýenyň göz önünde tutulan releli we kontaktly enjamlaryň işiniň ygtybarlygyny ýokarlandyrmak maksady bilen hem-de eksplua fasiýa etmegiň howpsyzlygyny ýokarlandyrmak maksady bilen käwagtlar peseldilen napreženiýanyň çeşmesinden dolandyryş zynjyrlaryň ýmitlenmesini göz önünde tutýan çatgylar ulanylýar.

Eger B öçüriji ýakylan bolsa, onda hereketlendirijiniň işe göýbermek üçin KHII düwmäni basmak ýeterlik. Bu ýagdaýda KJI kontaktoryň katuşkasy ýmit alýar güýjenmeli zynjyryndaky esasy kontaktorlar ýapylýar we hereketlendirijiniň statory çeşmä goşulýar. Şol bir wagtda KHII düwmäni blokirlenýän dolandyryş zynjyryndaky KJI ýapyjy kömekçi kontakt ýapylýar, omdan soň bu düwmäni basylgy ýagdaýynda saklamak hökman däl, sebäbi KJI kontaktoryň katuşkasynyň zynjyry ýapylgy galýar. Pružinanyň hereketiniň hasabyna düwme öňki ýagdaýyna gelýär. KHC düwmäni basmak bilen hereketlendiriji çeşmeden öçürilýär. Bu ýagdaýda KJI kontaktoryň katuşkasy ýmitlenmesini ýitirýär we onuň ýapyjy kontaktlary statoryň zynjyryny ýazdyrýar.

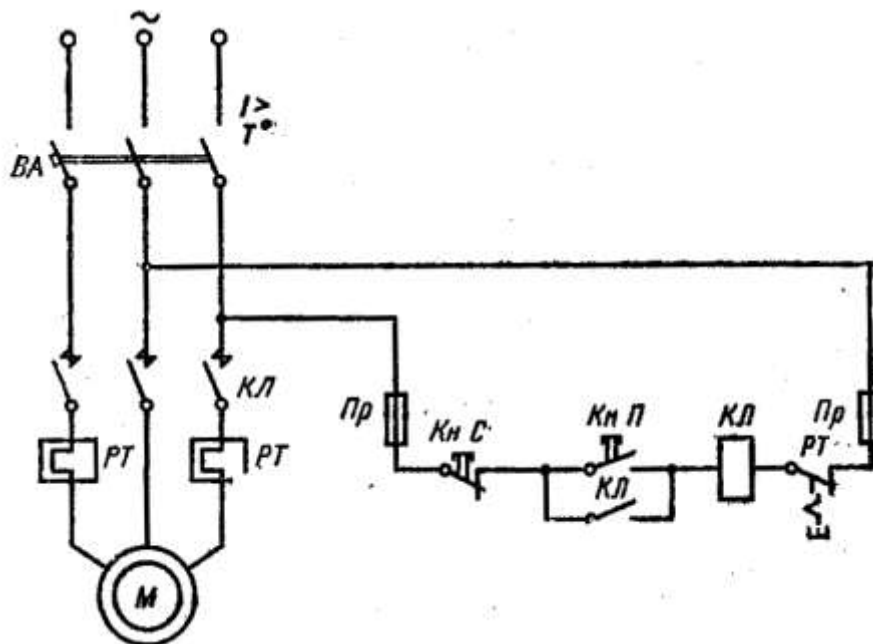


Sur.11.1 Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini magnit goýberiji arkaly dolandyrmagyň çatgysy.

11.1 suratdaky çatgyda hereketlendirijini gysga ulaşdyrmadan gorajjy bilen we ýüklenmeden PT ýylylyk rele bilen goralmagy göz önünde tutulýar. Ondan başga şu çatgyda çeşmedäki naprýaženiýanyň ýitmeginde ýa-da belli bir derejede peselmeginde hereketlendirijini çeşmeden öçürer ýaly ýagdaýda nully gorag diýip atlandyrylýar gorag amaly aşyrylýar. Normal naprýaženiýa dikeldilenden soň hereketlendirijiniň öz-özünden işe goýberilmesi bolup geçýär.

Naprýaženiýanyň peselmeginde ýa-da ýitmeginden has takyk gorag katuşkasy güýjenmeli zynjyryň iki fazasy goşulýan onuň ýapyjy kontakty bolsa kontaktoryň totuşkasy bilen yzygider ýakylan minimal naprýaženiýanyň relesiniň kömegi bilen ýerine ýetirip

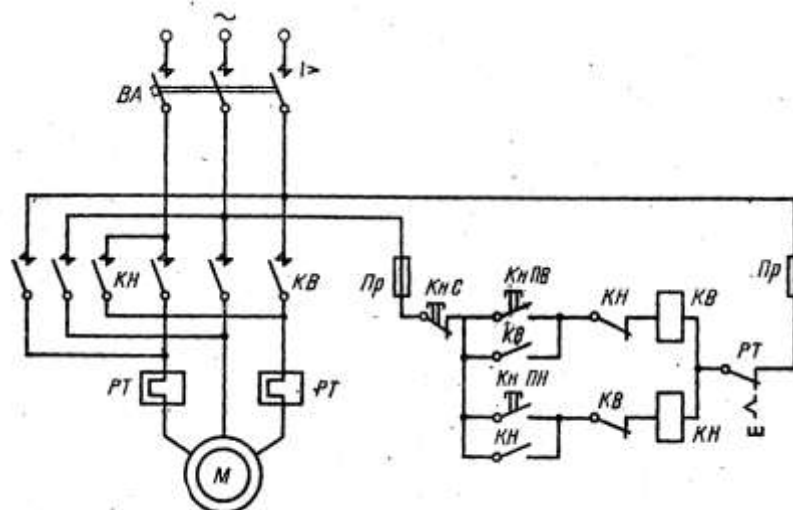
bilmer. Bu çatgylarda girişde öň gurnalan goraýjyny rubilnikleriň ýerine awtomatlar ulanylýar.



Sur.11.2 Howaly awtomatiki öçüriji we kontaktory ulanmak bilen gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň dolandyrmagyň çatgysy

Awtomatiki öçürijiniň tipine görä ya-da su wagytda täsirli elektromagnit ya-da ýylylyk, ya-da elektromagnit we ýylylyk aýyryjylary bar. Elektrik hereketlendirijileri dolandyrmagyň çatgylarynda elektromagnit aýyryjy we elektromagnit ýylylyk aýyryjy awtomatlar ulanylýar

Elektromagnit aýyryjylaryň 10 gezek nominal toga deň bolan sazlanmaýan bölejikleri bar we gysga ulaşdyrmagyň togundan goramak üçin hyzmat edýär. Ýylylyk aýyryjylarda tokdan wagtyň ters baglanşykly häsiýetnamasy bar: meselem, 50A nominal tokly aýyryjy 1,5 esseli ýüklenmede 1 sagatdan soň işläýär, 4 esselide bolsa 20 sek soň. Bular ýaly ýylylyk aýyryjylar 20-30% ýüklemelerde hereketlendirijini gyzmakdan gorap, bilmeýärler, ýöne olar belli bir derejede hereketlendirijini we ony iýmitlendiriji simleri mehanizimiň togtamagynda goýberiji toguň gyzmagynda gorap bilýär. Şonuň üçin dowamly iş režiminde şonuň ýaly tipli ýylylyk aýyryjylar awtomat ýagdaýynda hereketlendirijini uzak wagtlaýyn ýüklenmelerden ygtybarly goragy amala aşyrmak üçin edil awtomatiki öçürijileri ulanandaky ýaly, ýöne elektromagnitli aýyryjyly goşmaça ýylylyk releleri ulanylýar. Käbir öçürijiler, meselem АП50, hereketlendirijini hem gysga ulaşmanyň toklardan hem-de ýüklenmelerden gorap bilýär. Bu ýagdaýda ýylylyk releleriň gerekliligi aradan aýrylýar. Ýylylyk goraglylyk şol bir wagtda hereketlendirijini hem bir fazanyň üzülmeginden goraýji bolup durýar. Şuna menzeş çatgylar wentilýatorlar, nasoslar metaly gaýtadan işleýji stanoklar we şm ýaly mehanizimleriň rewersiý däl elektrik hereketlendirijilerini dolandyrmak üçin ulanylýar.

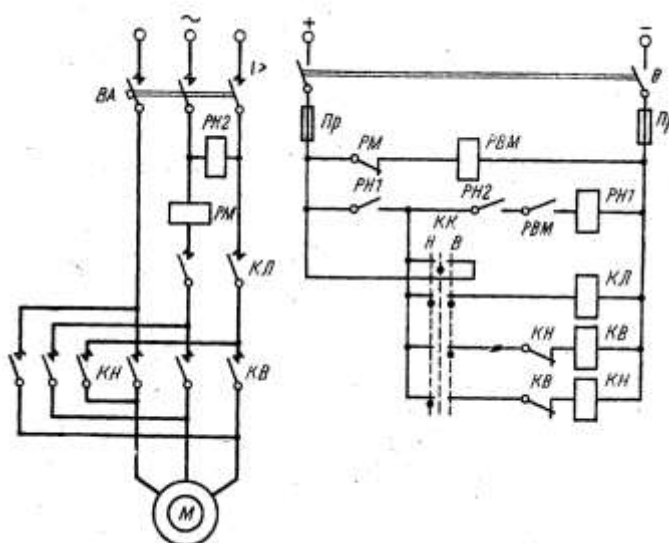


Sur.11.3 Rewersiiv goýberijili gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijileri dolandyrmagyň çatgysy.

Haçanda, aýlawyň ugryny hökmany üýtgetmeli ýagdaýlarda, meselem turbageçitijilerdäki sürme kiltleriň (zadwižka) hereketlendirijisi, prokat (sozma) ýasaýan stanlaryň rolgangalarynyň hereketlendirijisi, stanoklary süýşiriji mehanizimleri we şm, we işlände hereketlendirijileri dolandyrmak rewersiiv magnit goýberijiniň kömegi bilen üpsjün edilen. Has ýokary ytybarly bolmagyn üçin üzülmeginden goraý bolup durýar. Şuna menzeş amala aşyryp biliner(sur.11.3)

Bir tarapa aýlamak üçin hereketlendirijini ýakmak KHPB düwmä basmak ýerine ýetirilýär. KB kontaktoryň kotuşkasy iýmit alýar, we KB ýapyjy esasy kontaktlar hereketlendirijini çeşmä goşýarlar.

Hereketlendirijiniň ters ugra aýlawyny ýakmak üçin hökmany suratda KHC düwmäni ondan soň KHPB-ni basmaly ol hem KB kontaktoryň öçmegi we KH kontaktoryň ýanmagyna getirýär. Bu ýagdaýda çatgydan görnüşli ýaly statordaky iki faza aýryp ulanylýar.



Sur.11.4 Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron herekede getiriji rewersiiv elektrik hereketlendirijini dolandyrmagyň çatgysy.

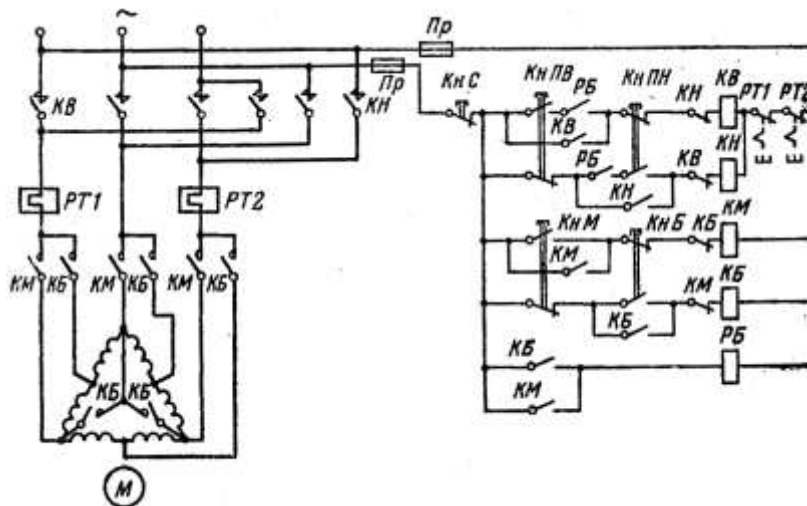
Iki düwmä (KHPIB we KHPIH) ýalňyşlyp bile basylan ýagdaýynda statoryň zynjyryndaky gysga ulaşmanyň öňüni almak üçin rewersiwn goýberijiler biriniň öçürilen ýagdaýynda beýleki kontaktoryň dartylmasyna päsgel berýän, ryçagly ulgam bilen amala aşyrylýan(çatgydan görkezilmedik) mehaniki blokirlenme bilen üpjün edilen. Has yokary ygtybarly bolmagyň üçin mehaniki blokirlenmeden başga çatgyda (sur.11.3) KH we KB ýapyjy kömekçi kontaktlaryň kömegi bilen elektriki blokirlenme göz önünde tutulan hem-de KB we KH kontaktlaryň bir wagtynda ýakylmak mümkinçiligi aradan aýyrylar.

Elektriki we mehaniki blokirlenmeleriň goşulmasy eksplotasiýada çatgysy has ygtybarly edýär. Komandokontroller arkaly gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron herekede getirijili rewersiwn elektrik hereketlendirijiniň dolandyryş çatgysyna meňzeş 11.4 suratda getirilen.

Hereketlendirijini dolandyrmak üç ýagdaýly KK komandokontroller bilen ýerine ýetirilýär. Bu çatgyda goragyň hereketi dykyzlanma döredýär. Gaýtalama- gysga wagtylaýyn režimde işleýän hereketlendirijiler üçin (meselem bozma çeklerinde) ýylylyk releleri ulanmaýar, ýöne hereketlendiriji duran ýagdaýynda gyzmazlygy üçin we 100-200% - e ýakyn tok boýunça ýüklenmeden goragy ulanylýar. Gorag 11.4 suratda görkezilişi ýaly PBM wagt releniň we PM elektromagnit maksimal releniň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. PM rele göýberme togundan ýa-da rugsat berilýän ýüklenmäniň togunda ygtybarly dartylma we hereketlendirijiniň togunyň ýüklenmäniň toguna çenli peselmeginde, aşak düşmäge düzülýär. PBM rele adatça 1,5-2 sekunda düzülýär. Her işe goýberilende PM rele dartylýar we PBM releniň katuskasyny öçürýär, ol hem diňe, eger hereketlendiriji hereket etmeýän (ýa-da ýüklenmäniň wagty PBM releniň ustawkasyndan (düzgünnamasyndan) ýokary bolsa) we PM releniň kontaktlary ýapylmaýan bolsa onda PN1 naprýaženiýanyň relesiniň katuskasyny öçürýär we öz ýapyjy kontaktyny ýazdyrýar. Mehanizimi ýerinden gozganmak üçin hereketlendirijini birnäçe sapa gaýtalap ýakmak ýeterlik bolup bilýär, eger meselem togtama ýagdaýlarynyň guramagy doňmagy bilen bolup geçen bolsa mehanizimleriniň togtamagy bozulýan metallaryň ilip galmagy bilen hem bolup bilýär.

PM we PBM elektromagnit relelerini ulanylmasy ýylylyk releleri bilen deňeşdireniňde artykmçylyk berýär, sebäbi stoporlama ýagdaýynda hereketlendiriji bary-ýogy 1,5-2 sekundyň dowamynda öçýär hem-de gyzyp ýetişmeýär, haçanda ýylylyk releleri işläň ýagdaýynda bolsa köp ýagdaýlarda mümkin bolmadyk hereketlendirijiniň gaýtadan ýakylmak mümkinçiligi üçin birnäçe minut gerek bolardy. Ondan başga-da gaýtalanma – gysga wagtylaýyn režiminde işleýän hereketlendirijiniň ýylylyk goraglylygy hereketlendirijiniň we ýylylyk releniň dürli ýylylyk režim (ýylamanyň dürli hemişelik wagtlyry) sebäbi mümkin däl diýen ýaly.

Çatgyda PH1 we PH2 minimal naprýaženiýanyň kömegi bilen amala aşyrylýan nully gorag we öz –özi işe guberilenden gorag gyzyklanma döredýär. PH2 rele ondan başga hem BA awtomatiki öçüriji işlände hemişelik tokda işleýän dolandyryş çatgyny öçürýär.



Sur11.5 Gysga ulaşdyrylan rotorly iki tizlikli asinhron hereketlendirijini dolandyrmagyň çatgysy.

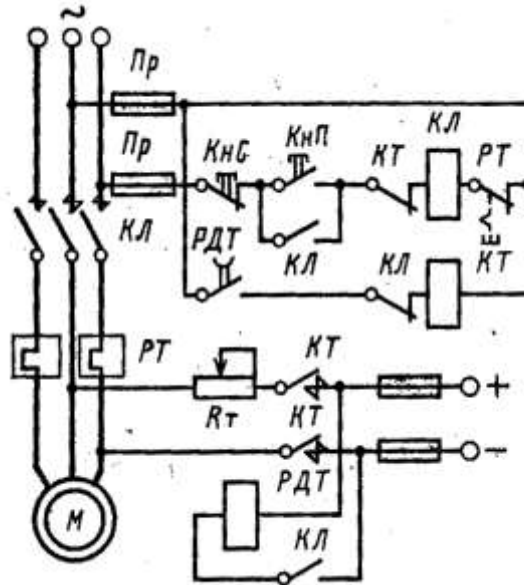
Hereketlendirijiniň iki tizligi bar: olaryň biri KM kontaktoryň ýakylmagy we KHM düwmäniň basylmagy bilen amala aşyrylyp statoryň sarymlarynyň üçburçlyk şekillerinde birleşdirilende beýlekisi- sarymlar ikili ýyldyza birleşdirilende bolýar. Ahyrky ýagdaý KHВ düwmäniň basylmagy we KB kontaktoryň öçürilmegi bilen ýerine ýetirilýär. Statoryň sarymlaryny önünden birleşdirilende soň bir ýa-da beýleki ugur boýunça KB ýa-da KH kontaktorlaryň kömegi bilen hereketlendirijiniň işe goýberilmesi ýerine ýetirilýär. KB we KH kontaktorlaryň ýakylmasy degişlilikde KНПВ ýa-da KНПН düwmeleriň basylmagy bilen amala aşyrylýar.

Iki zynjyrly düwmeleri ulanmak KB we KH hem-de KM we KB kontaktorlaryň birwagtda ýakylmagyny aradan aýyrýan goşmaça eleltriكي blokirlenmäni amala aşyrmaga mümkinçilik berýär.

Getirilen dolandyryş çatgyda hereketlendirijiniň bir ýa-da beýleki ugra aýlananda bir tekizlikde şeýlekä aýryp ulaşdyrma mümkinçiligi göz önünde tutulan. Asinhronly gysga ulaşdyrylan hereketlendirijileriň duruzmasynyň dolandyrmak üçin dürli çatgylyr ulanylýar. Görkezilişi ýaly asinhron dwigatelleriň hereketlendirijilerinde dinamiki duruzma we tersbirikdirme arkaly duruzma ulanylýar.

11.6 suratda dinamiki duruzulma ulanylýar gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini dolandyrmagyň prinsipial çatgysy görkezilen.

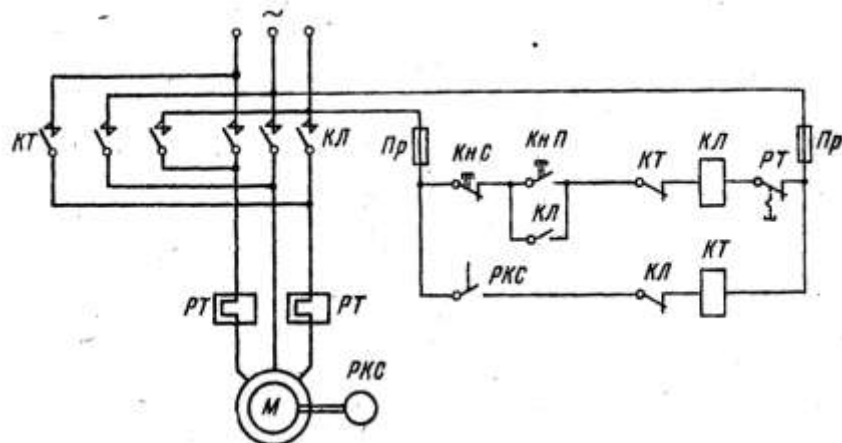
Hereketlendiriji üýtgeýän toguň çeşmesine çatylanda eger hemişelik toguň çeşmesinden naprýaženiýa berlen bolsa PDT wagtda relisi oýanýar. Bu ýagdaýda PDT releniň ýapyjy kontakty ýapyk bolar. Belli bolşy ýaly şu ýagdaýda KT duruzmasynyň kontaktory ýakylgy däl, sebäbi KЛI kontaktoryň ýazdyryjy kömekçi kontakty ýapylar. Hereketlendirijiniň ýakylmasy KHС düwmäniň basylmagy bilen amala aşyrylýar; KЛI kontaktor ýomitlenmesini ýitirýär we onuň KЛI ýazdyryjy kontakty ýapylýar, ol hem KT kontaktoryň ýakylmagyna getirilýär we onuň esasy kontaktory hereketlendirijiniň statorynyň sarymyny hemişelik togunyň çeşmesiniň dinamiki duruzmasynyň wagtyna goşýar.



Sur. 11.6. Dinamiki duruzma ulanylýan gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini dolandyrmagyň çatgysy.

КЛ контактор öçürilende РДТ динамiki duruzmanyň relesiniň katushkasy iýmitlenmesini ýitirýär, emma öňden ýapykly duran РДТ ýapyjy kontakty hereketlendirijiniň duruzma dowamlylygyny ýokarlандырмаýan wagт saklamasy bilen ýazdyrylýar. Goýlan wagт saklanmasynyň dowamynda hereketlendirijiniň statory hemişelik togunyň çeşmesinden awtomatiki öçýär, we dolandyryş ulgamy öňki ýagdaýynda gelýär.

КЛ we КТ контакторlaryň duýdansyz bir wagtda ýakylmagynyň öňüni almak üçin bu контакторlaryň katushkalary КЛ we КТ ýazdyryjy kömekçi контакlar bilen özara ylalaşykly blokirlenen. Hemişelik togy çäklendirmek üçi Rт goşmaça rezistor hyzmat edýär. Hemişelik toguň zynjyryny gysga ulaşmadan goraglylyk birsydyrgyn (плавкий) goraýjylar bilen amala aşyrylýar.



Sur. 11.7 Gysga ulaşdyrylan rotorli asinhron hereketlendirijiniň ters birikdirme duruzma bilen dolandyryş çatgysy

Dolandyryşyň has ýönekeý çatgysy tersbiriktirme arkaly duruzmada bolýar (sur 11.7). Tersbiriktirme araly duruzylma üçin hereketlendirijiniň waly bilen mehaniki bagly bolan РКС tizlige gözegçiliginiň relisi ulanýar; onuň ýapyjy kontakty hereketlendirijiniň belli bir

burç tizliginde ýapylýar. Hereketlendirijiniň gymyldamaýan rotorly we uly bolmadyk burç tizligi (nonimalyň 10-15% töweregi) ýagdaýynda relesiniň kontakty ýazdyrylan.

КНП düwmäni basmak bilen КЛI kontaktor ýanýar we hereketlendiriji herekede başlaýar. КЛI ýazdyryjy kömekçi kontakt КТ kontaktoryň katuskasynyň ýmitleniş zynjyryny üzýär, şonuň üçin hereketlendirijiniň rotory aýlananda PKC releniň kontaktlarynyň ýapykdygyna garamazdan КТ kontaktor ýazylyar.

Hereketlendirijiniň öçürilmesi КНC düwmä basmak bilen ýerine ýetirilýär. Bu ýagdaýda КЛI ýazdyryjy kömekçi kontakt ýapylýar. Sebäbi PKC releniň kontakty ýapyklygy sebäbi КТ kontaktor ýmitlenme alýar we hereketlendirijiniň statory çeşmä goşular. КТ kontakt ýakylanda iki faza aýyryp ulaýýar we КЛI kontaktor ýakylgy wagtdaky bilen deňşdireniňde fazalaryň yzygiderlilik tertibiniň üýtgeýändigini çatgydan belli. Bu ýagdaýda ýakylma tersbiriktirme duruzma bolup geçýär.

O- a ýakyn bolan burç tizliginde PKC rele öz kontaktyny ýazdyran, КТ kontaktoryň katuskasy ýmitlenmesi ýitirýär we hereketlendiriji awtomatiki çeşmeden öçürilýär.

11.3. Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň tiristorly dolandyrylyşy.

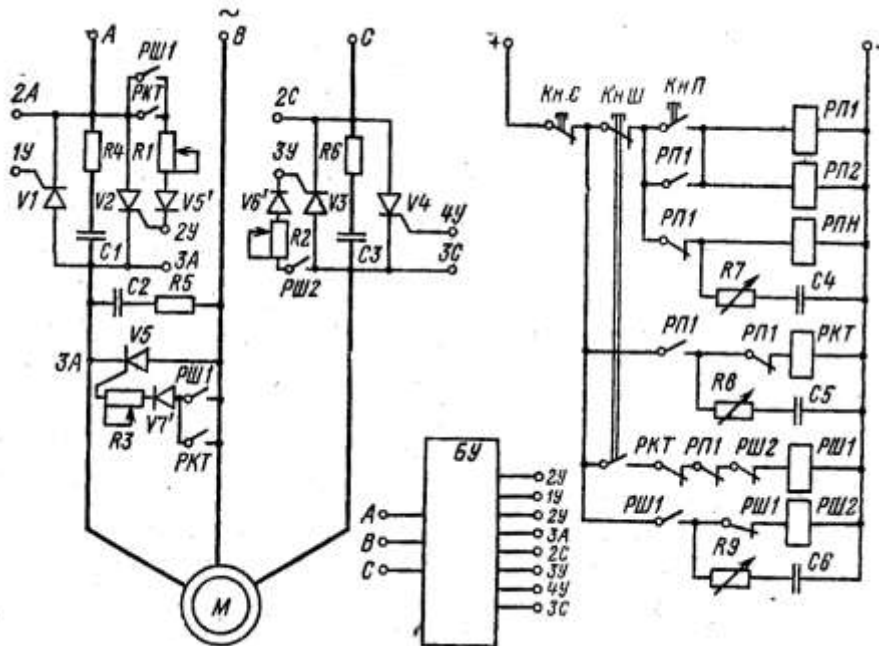
Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň ýazdyrylan dolandyrylyşynyň tipli çatgysynda hereketlendirijiniň statorly zynjyryna goşulan güýjenmeli elementler hökmünde dolandyryş zynjyryndaky releli kontaktly enjamlar bilen sazlaşykda teristorlar ulanylýar. Tiristorlar aslynda güýjenmeli kontaktlaryň roluny ýerine ýetirýär we ondan başga tiristorlaryň ýakylmasynyň burçyny sazlamak ýoly bilen hereketlendirijiniň statorynda naprýaženiýanyň üýtgemesiniň gerek bolan depginini amala aşyrmaga mümkinçilik berýärler.

Statora goýulma naprýaženiýa O-dan nonimal baha çenli üýtgär ýaly işe goýberiş prosesinde tiristorlaryň ýakylmasynyň burçy üznüksiz üýtgände hereketlendirijiniň toklaryny we momentlerini çäklendirip bolýar.

Effektiv dinamiki duruzmanyň denmpfirleýji konturly çatgylarda öz orny bar. Iki fazanyň arasyndaky toguň zynjyryny ýapýan şuntirleýji tiristoryň biriniň goşulmagy toguň hemişelik düzişiniň ýokarlanmagyna getirýär, ol hem ýokary burç tizlik oblastynda ýeterlik duruzma momentini döredýär.

11.8 suratda M asinhron hereketlendiriji dolandyrmak üçin A we B fazalaryň arasyndaky V5 gysga ulaşygy tiristordan we A we C fazalardaky V1- V4 garşylykly – parallel ýakylgy tiristorlar tarapyndan düzülen güýjenme bölegindäki komplektli gurluşy ýönekeý tipli çatgysy getirilen. Çatgy БУ teristorlary dolandyrmak blogyny we dolandyryşyň releli kontakty düwümünü ýakýar. КНП düwmä basylanda ПИ 1 we ПИ2 releler ýakýar, ýmitleniş çeşmesine görä 60° süýşirilýän impluslar V1- V4 tiristorlaryň dolandyryjy elektrodlaryna berilýär. Hereketlendirijiniň statoryna peseldilen naprýaženiýa goýulýar. Onuň bilen baglanşykly hem goýberiji tok we goýberiji moment azalýar. Hereketlendiriji bat alyp başlaýar. ПИ 1-releniň ýazdyryjy kontakt R7 rezistor we C4 kondensator tarapyndan anyklanylýan wagt saklanmasy bilen ПИИ releni öçürýär. ПИИ releniň kontaktlary bilen БУ dolandyryş blogynda degişlilikde gabat gelýän rezistor şuntirlenýär we stator çeşmäniň doly naprýaženiýasy goýulýar. КНC düwmäni basanynda dolandyryşyň releli çatgysy ýmitini ýitirýär, V1- V4 tiristorlar öçýär we naprýaženiýa hereketlendirijiniň statoryndan arylýar; öýzüniň kontakty bilen V2 we V5 tiristorlary ýakýan PKT rele duruzulmanyň dowamlylygyça C5 kondensator tarapyndan ätiýaçlandyryp goýlan energiýanyň hasabyna

ýakýar. Hereketlendirijiniň statorynyň sarymlarynyň A we B fazalarynyň üsti bilen netijeli dinamiki duruzylmany üpjün edýän bir ýarymperiodly göneltmäniň togy akyp geçýär. Bu tok R1 we R3 rezistorlar arkaly sazlanýlýar.



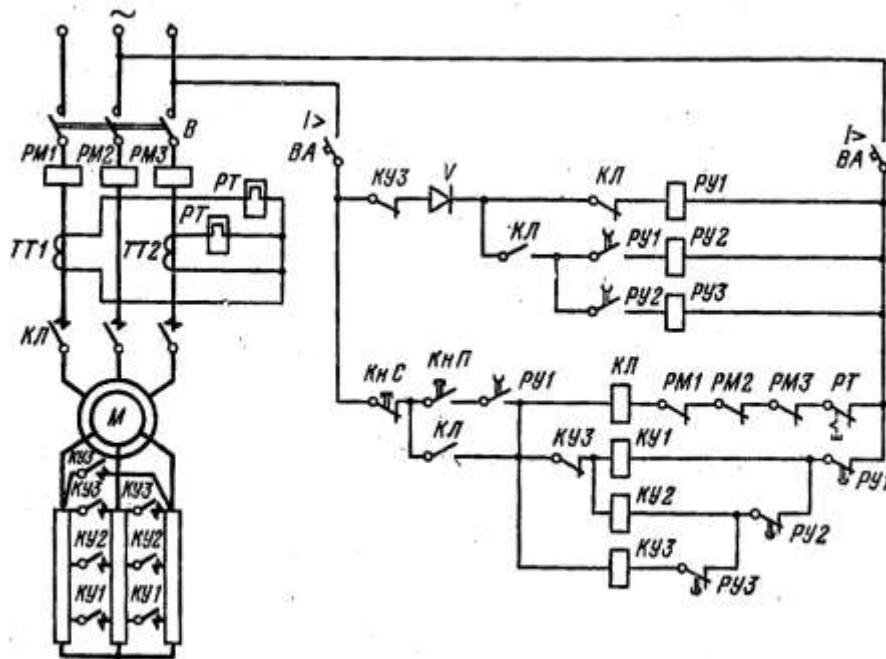
Sur.11.8 Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň işe goýberilmesini we duruzylmagyny tiristorly dolandyrmagyň çatgysy.

Çatgyda КНIII düwmäni basyp ýerine ýetirilýän ädimli režim göz önünde tutulyp; bu ýagdaýda PIII1 rele we V2 we V5 tiristorlar ýakylýarlar. Bular ýaly ýagdaýda hereketlendirijiniň statorynyň sarymlarynyň A we B fazalarynyň üstünden birýarymperiodly göneltmäniň togy akyp geçýär. КНIII düwme goýberilende PIII2 rele we V3 tiristor gysga wagytlaýyn ýakylýarlar, we hereketlendirijiniň rotory ädim edýär (statoryň akymynyň netijeleşýiji wektorynyň aýlanmasynyň burçyna ýakyn bo7lan käbir burç aýlanýar). Ädimiň ölçegi gaty berk fiksirlenmedik we çeşmäniň naprýaženiýa, statiki ýüklenmäniň momentine hereketlendirijileriň inersiýa momentine we goneldilen togyň orta bahasyna bagly.

Hereketlendirijiniň işini diňe dinamiki duruzma we togtatma amala aşyrylandam soň ädimli režime geçirmek mümkin sebäbi PIII1 releni ilkişada diňe PII we PKT ýazdyryjy kontaktlary ýapylandan soň ýakmak mümkin.

11.4 Fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň dolandyrylyşy.

11.9 suratda zynjyryna göýberiji rezistor girizilen fazaly rotorly asinhron hereketlendirijini dolandyrmagyň çatgysy getirilen. Hereketlendirijini dolandyрма КНП we КНС düwmeleriň kömegi bilen amala aşyrylýar. Işe goýberiliş V wentiliň üsti bilen ýakylan elektromagnit wagt releleriň kömegi bilen wagt funksiýasynda amala aşyrylýar.



Sur 11.9 Wagt funksiýasynda fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň işe goýberiş dolandyryş çatgysy

Hereketlendirijiniň zynjyrlaryny gysga ulaşmalardan goramak üçin PM1, PM2 we PM3 maksimal releler ýüklenmeden-ýylylyk elementleri TT1 we TT2 togunuň transformatorlaryň üsti bilen ýakylan PT ýylylyk releleri hyzmat edýär.

Dolandyryş zynjyrlary maksimal tokly goraglylygy bar bolan awtomatiki öçüriji arkaly ýakylgy.

Çatgynyň hereketlendirijiniň işe goýberilmegi üçin taýynlamak üýtgeýän tokly naprýaženiýanyň berilmegi bilen amala aşyrylýar: B we BA öçürijiler ýanýarlar. Bu ýagdaýda BA ýakylanda soň PY1 rele iýmit alýar we onuň ýapyjy kontaktlary ýapylýarlar- PY2 we KЛ ýakylmanyň zynjyry taýýarlanylýar;

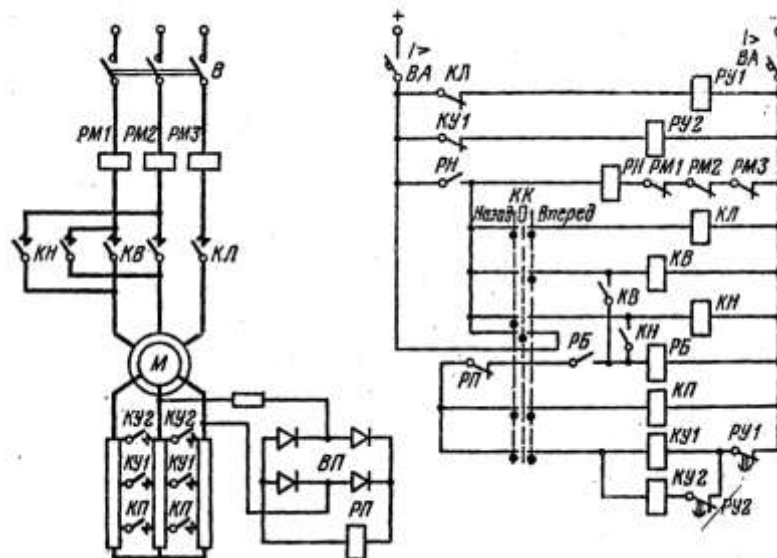
PY1 ýazdyryjy kontakt ýazýar we KY1, KY2 we KY3 tizlenmeleriň kontaktlarynyň katuşkalarynyň zynjyryny öçürýär.

Eger КНП düwmäni basañ, onda PY ýapylan kontaktyň üsti bilen KЛ kontaktor ýanar, we M hereketlendirijiniň statorynyň sarymyna naprýaženiýe beriler; rotoryň sarymyna bu ýagdaýda ähli goýberiji rezistorlar ýakylgy- birinji reostat häsiýetnamasynda hereketlendirijiniň işe goýberilmesi başlaýar. KЛ kontaktor ýakylanda onuň ýapyjy kömekçi kontaktlarynyň biri КНП düwmäni şuntirleýär we ony uzak wagtlap basylgy ýagdaýda saklamak hökmanlylygy aradan aýrylýar, şeýlikde ýapyjy kontakty bolsa – PY2 we PY3 tizlenmäniň relesiniň katuşkalarynyň zynjyryna iýmit berýär. KЛ ýazdyryjy kömekçi kontakt PY1 releniň zynjyryny öçürýär; ol onuň katuşkasy öçürilen ýagdaýynda ýakory wagt saklamaly goýberýän bolsa onda PY2 bassada açmaz we onuň PY2 ýazdyryjy kontakty açyk bolýar. PY1 ýazdyryjy kontaktynyň häli açyk galýandygyny bellemek gerek; PY1 releniň wagt saklanmasynyň dowamynda onuň ýapyjy kontakty açylýar, ýazdyryjy bolsa ýapylýar. Bu aýryp – ulaşdymalaryň netijesinde dolandyryş çatgysynda KY1 kontaktor ýakylýar, we rezistoryň birinji göýberiji basgançagy şuntirleýärler- hereketlendiriji köp burç tizligine çenli bat alyp birinji (reostatly) häsiýetnamadan ikinjä geçýär. Ondan başga PY2 wagt relesi öçýär we onuň ýazdyryjy kontakty KY2 kontaktoryň katuşkasynyň zynjyryny wagt saklanmaly ýapýar- rezistoryň ikinji göýberiji basgançagy şuntirleýär- hereketlendiriji üçünji reostatly

häsiýetnama geçýär. Ahyrynda PY2 ýapyjy kontakt wagt saklanmaly ýazdyrylandan soň PY3 rele düzülen (hereketlendirijiniň ahyrky reostat häsiýetnamasynda) işe goýberiliş wagtynda laýyklykda PY3 rele wagt saklanmasy bilen öçýär, onuň PY3 kontakty ýapylýar we KY3 kontaktor öçýär, M rotoryň sarymy gysga ulaşdyrylýar we hereketlendiriji esasy häsiýetnamasyna laýyklykda bat alyp başlaýar. Şonuň bilen PY1, PY2 we PY3 elektromagnit wagt releleri bilen wagt funksiýasynda gözegçilik edilen asinhron hereketlendirijiniň basgançakly işe göýberilişi gutarýar.

Hereketlendirijiniň duruzylmasy KHC düwmäni basmak bilen ýerine ýetirilýär. Seredip geçilen çatgy hereketlendiriji öçürilende togtadylmanyň dowamlylygy kän bir uly bolman aýlaw ugruny üýtgetmekligi talap etmeýän mehanizimleriň hereketlendirijileri üçin ulanylyp bilner.

Haçanda fazaly rotorly asinhron hereketlendirijileri rewersirmek we olary ýygýgydan hökmany togtatmak talap edilýän bolsa, onda 11.10 suratda getirilen çatgy boýunça hereketlendirijiniň ýakylmasy ulanylyp biliner.



Sur.11.10. Fazaly rotorly asinhron herekede getirijili (dwigatel) rewersiwnli elektrik hereketlendirijini dolandyrmagyň çatgysy.

Hereketlendirijiniň bir we garşylykly tarapa işe göýberilmesi wagt funksiýasynda amala aşyrylýar. Rewersirlenmede hereketlendirijiniň togtadykmasy EHG funksiýasynda tersbiriktirme arkaly amala aşyrylýar.

Hereketlendirijini işe goýberlişi taýýarlamak dolandyryş enjamlaryny hemişelik togunyň çeşmesine gaçýan dolandyryş zynjyryndaky BA awtomadyň ýakylmagy we B öçürijiniň ýakylmagy bilen güýjenmeli zynjyra üýtgeýän togyň naprýaženiýasyny bermek-de jemleýär.

Bu ýagdaýda KK komandakontrolleriň başdaky (nully) ýagdaýynda PH naprýaženiýanyň relesi we PY1 we PY2 tizlenmäniň relesi iýmit alýar- KY1 we KY2 tizlenmäniň kontaktorlarynyň zynjyrlary goşmaça öçýärler.

Hereketlendirijini bir ugra işe goýbermek üçin hökmany suratda komandocontrolleriniň tutawajyny ýagdaýlaryň birine aýlamaly, meselem öňe. Bu ýagdaýda KJI,KB kontaktorlar we rele PБ ýakylar. Hereketlendirijiniň rotorynyň gözganmaýan ýagdaýynda PII reledäki naprýaženiýa onuň işlemegi üçin ýeterlik däl,şonuň üçin onuň ýazdyryjy kontakty ýapyk we KPI kontaktor ýapylýar.Rotoryň gozganmaýan ýagdaýyndan hereketlendirijiniň işe goýberilmegi haçan-da rotoryň sarymyna diňe rezistoryň goýberiji (iki) basgançagy çatylanda ýakylma garşylygyň basgançagy şuntirlenende bolup geçýär.Hereketlendiriji stator naprýaženiýa berlen pursady KJI ýazdyryjy kontakt tarapyndan öçürilen PY1 releniň wagt saklamasy bilen anyklanylýan wagtyň dowamunda rezistoryň doly goýberiji garşylygyna esaslanan reostat häsiýetnama laýyklykda bat alýar. Haçan-da PY1 releniň kontakty ýapylsa, KV1 kontaktor ýanýar- rezistoryň birinji göýberiji basgançagy şuntirlenýär, ondan soň wagt saklanmasy bilen KV2 ýanýar, hereketlendiriji esasy häsiýetnamasynda işläp.

Hereketlendirijiniň rewersiwlislenmek üçin komandokontrolleri öňe ýagdaýdan Yza ýagdaýa geçirmeli. Komandokontrolleriň nully ýagdaýyndan geçýän wagty dolandyryş ulgamy öňki ýagdaýynda gaýdyp gelýär. Yza ýagdaýa geçiş hereketlendirijiniň statoryndaky fazalaryň gezeleşmesini üýtgedýän KJI we KH kontaktorlaryň ýakylmagy bilen bilelikde ýerine ýetirilýär.Bu ýagdaýda tersbiriktirme režimi döredýär,sebäbi hereketlendirijiniň rotory öňki ugryna inersiýa boýunça aýlanmany dowam edýär.

KH kontaktor we PБ rele ýakylanda KPI kontaktor ýakmaýar,sebäbi togtadylmagyň başynda halkalardaky napriženiýa ýeterlik derejeden ýokary PII işleýär we onuň kontakty ýazýar. Şonuň üçin togtadylmada rotoryň zynjyrynda hem goýberiji rezistor hem tersbiriktirme basgançagy ýakylýar.

Komandokontrolleriň tutawajy Yza ýagdaýa geçireliňde, diňe şonda PII tersbiriktirme özüniň ýazdyryjy kontakty ýapar,onda soň tizlenmeleriniň kontraktoryny haçan-da rotordaky naprýaženiýa işe goýberimäniň başyndaky naprýaženiýa gabat gelýän baha çenli aşak gaçanda; şu hereketlendirijiniň O-a ýakyn bolan burç tizliginde bolup geçer. Onsoň işleýiş tertibi ýokarda getirilen dolanduryş enjamlary yzygider ýakylýarlar.

PБ blokirlenmäniň relesi KPI kontaktoryň ýakylmasyna çenli PII rele togtadylmagyň başynda özüniň ýazdyryjy kontaktyny açyp ýetişmegi üçin gerek bolan käbir wagt saklanmasyny döredýär. Bular ýaly wagt saklanmanyň ýoklugynda KPI kontaktor PII releniň işlemeginde öň ýanmagy mümkin, ol hem awariýa derejeli toguň döremegine we gorag arkaly hereketlendirijiniň öçürilmegine getirýär

Dolandyrys çatgysynda tizlenme relesiniň ýazdyryjy kontaktoryny KY1, KY2 we KY3 kömekçi kontaktorlar bilen şuntirlemek göz önünde tutulan, ol hem düzgünnamasynyň toguna ýakyn releniň koluşkalaryndaky toguň bahasynda tizlenme relesiniň kontaktorlarynyň wibrasiýa bolmak ähtimallygy bilen edilýär. Rotoryň zynjyryndaky tok PY1, PY2 we PY3 tizlenme releleri özüniň ýazdyryjy kontaktlarynyň açmak üçin belli bir baha ýeter ýaly blokirlenäniň PБ relesi gerek bolan käbir wagtlar saklanmasyny döredýär.

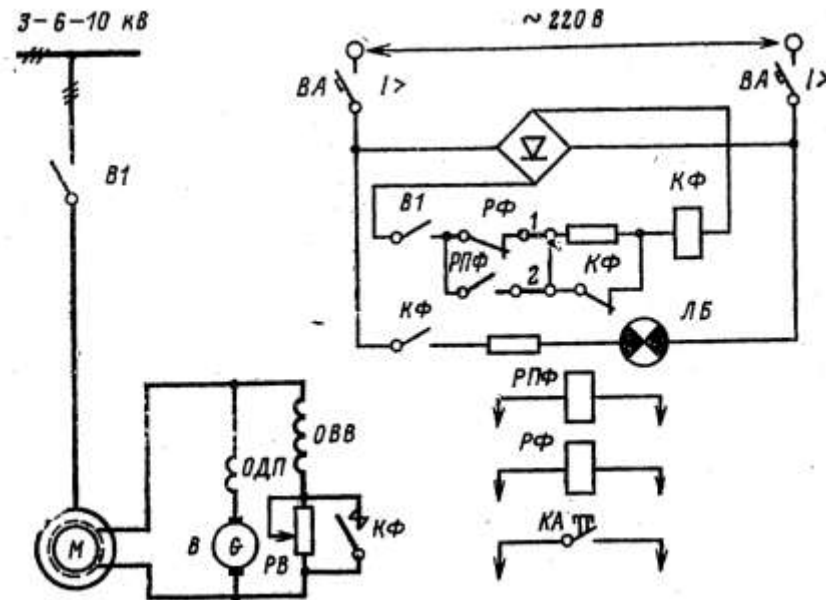
11.5. Sinhron hereketlendirijini dolandyrmak.

Sinhron hereketlendirijiler senagatda köplenç ýagdaýlarda hemişelik tizlikli işleýän mehanizimleriniň hereketlendirijilerinde giňden ulanylýar. Emma häzirki döwürde özgerdiji tehnika ulanmak mümkinçiligi bilen bizlerde we daşary ýurtlarda sinhron herekede getirijili (dwigatel) sazlaýylyan hereketlendirijileriň üstünde işlenilýär, sinhron herekede getiriji sazlanýan hereketlendirijileri dolandyrmagyň tipli çatgylary we olaryň ulanylyşy oblasty aşakda getirilen.

Hemişelik tizlikli işleýän sinhron hereketlendirijili herekede getirilýän mehanizimlere (soryjylar) nasoslar, kompressorlar, howa üfleýjiler, prokat (sozma) stanlaryň özgerdiji guramalaryň hereketlendirijileri we ş.m. degişli.

Sinhron hereketlendirijileriň giňden ulanylyşy ýokary ýüklenme görkezijilik ukyplylygy, maksimal momenti çeşmäniň naprýaženiýasynyň yrgyldylaryna az täsirliligi bilen hem-de olary kärhananyň kuwwatlylyk koeffisiýentini gowulandyrmak üçin ulanylmak mümkinçiligi bilen düşündirilýär. Sinhron hereketlendirijiler ýokarda görkezilen mehanizimler üçin adatça ýokary naprýaženiýa niýetlenip ýasalýar, ýokary kuwwatly, bir zadanyň bolan netijesinde olary işe göýbermek barada sorag ýüze çykýar. Häzirki zaman kuwwatly elektrik ulgamlarynda sinhron hereketlendirijiler käwagtlar göni çeşmäniň doly naprýaženiýa çatylýar. Bu ýagdaýda dolandyrys çatgysy belli bir derejede ýönekeýleşýär we elektrik herekede getiriji işiniň ygtybarlygy ýokarlanýar.

Ýapyk çatylan oýandyryjyly sinhron hereketlendirijiniň göni işe göýberilişiniň çatgysy ýönekeý bolup, we haçan-da onuň göýberiji toklary çeşmä çatylanda onda naprýaženiýanyň ýokary rugsat berilýän çäginde aýak düşmegi getirmeýär ýagdaýynda we statiki ýüklenmäniň momenti $M_c < 0.4 M_{\text{nom}}$ bolanda amala aşyrylyp biliner. 11.12 suratda bir walda bile ýerleşdirilen, ýapyk çatylan oýandyryjyly sinhronly ýokary woltly hereketlendirijiniň göni işe göýberilişiniň ýönekeýleşdirilen çatgysy görkezilen.



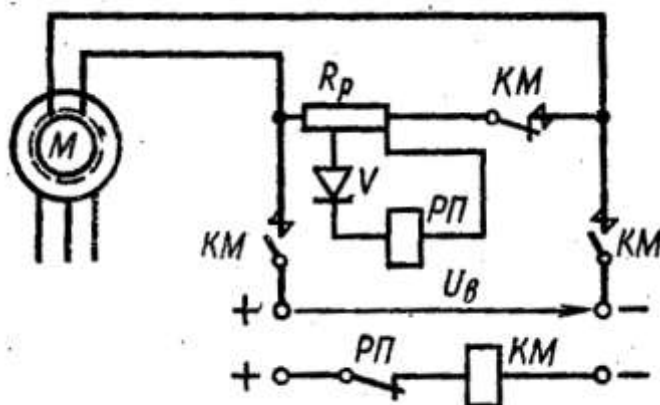
Sur.11.12. Ýapyk çatylan oýandyryjly sinhronly hereketlendirijiniň işe goýberiş prinsipial çatgysy

Ýönekeýleşdirmek üçin çatgynyň güýjenmeli bölegi aýratyn bir göni çyzykly görnüşde görkezilen sinhron hereketlendirijiniň işe goýberilişi hereketlendirijiniň statoryň iýmitlendiriji çeşmä çatýan B1 ýagly öçürüjä täsir edýän ýekeje komanda beriji implus bilen ýerine ýetirilýär (ýagly öçürijiniň katuskasynyň ýakylyşynyň çatgysy 11.12 suratda görkezilmedik)

Eger çeşmäniň naprýaženiýasy nominal ýakyn bolsa, onda hereketlendirijini sinhronla ýakyn burç tizligine çenli işe göýbermede B oýandyryjynyň çykyşlaryndaky naprýaženiýa ýeterlik bolar we M oýandyryjy sarymdan geçýän tok onuň sinhronizme girmigimi üpjün edýär. Dolandyryş çatgyda ýokary woltly çeşmäniň nominala (ortaça, laýyk) garanynda 15-20% çenli peselen ýagdaýynda oýandyrmagyň güçlendirilmegi göz önünde tutulan. Güýçlendirme (forsirovka) iki usul bilen ýerine ýetirilip biliner; 1) berlen hereketlendirijiniň dolandyryş çagysynda ulanylan napriženiýanyň transformatorynyň ikilenji sarymyna goşlýan PФ naprýaženiýanyň relesiniň kömegi bilen (özbaşdak tizleşdirmе); 2) paýlaýjy gurluşda toparlaýyn tizleşdirmäniň şinasyna çatylan ППФ arkaly rele bilen (toparlaýan tizleşdirmе)

Özbaşdak güýçlendirilmede PФ rele özüniň ýazdyryjy kontaktlary bilen (eger çeşmäniň naprýaženiýasy peseldilen bolsa) PB oýandyryjyny sazlaýjynyň rezistoryň özüniň kontaktlary bilen şuntirleýän KФ kontaktory ýakýar, onuň bilen hem sinhronly hereketlendirijiniň güýçlendirilen oýandyrylmasy üpjün edilýär. Özbaşdak güýçlendirijiniň ýetmezçiligi paýlaýjy gurluşa çatylan naprýaženiýanyň transformatorlaryndan gidýän zynjyrlaryň awtomat bilen öçürilen ýagdaýynda ýalan güýçlendirmäniň bolmak mümkinçiligi bolup durýar. Has ygtybarlysy toparlaýyn güýçlendirme bolup durýan, onda KФ kontaktor ППФ releniň ýapyjy kontakty bilen ýapylýar. Ol hem öz gezeginge haçanda ýokary woltly çeşmäniň naprýaženiýasy 15-20% aşak düşende, toparlaýyn güýçlendirilmäniň şinasy iýmit berilende ýanýar. Bu ýagdaýda releniň naprýaženiýanyň transformatorynyň ikilenji sarymy göni çatylmagy esasynda ýalan güýçlendirmäniň (forsirovka) bolmak ähtimallygy aradan aýyrýar. Adatça dolandyryş stansiýada iki rele hem bar we iş şertine baglylykda 11.12 suratda ýogyň çyzyklar bilen gözkezilen 1ýada 2birleşdirijiler bilen amala aşyrylýar PФ ýa-da ППФ –niň çatylyşynyň şol ýa-da beýleki

usully saýlanylýar. Sinhron hereketlendirijiniň awariýaly duruzulmasy B1 öçüriji katushkanyň zyjyryndäky KA düwmä basmak bilen ýa-da kontaktlary togyň transformatorlarynyň ikilinj sarymyna goşulýan, degişli gorag releleriň hereketi bilen amala aşyrylýar.

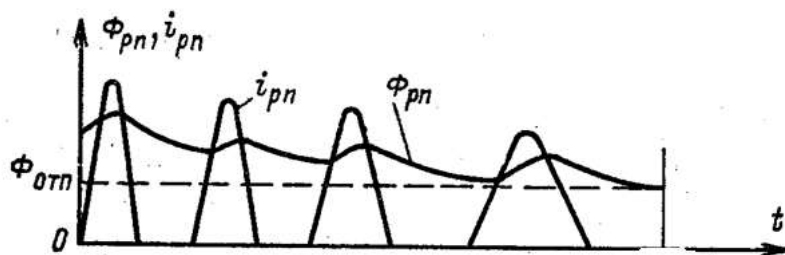


Sur.11.13.Sinhron hereketlendirijiniň oýandyryjy sarymyny hemişelik togunyň berlişiniň prinsipial çatgysy.

Toguň transformatorlaryň sarymyna togy aýryjynyň relesi we ýüklenmeden goragyň relesi, hem-de ölçeýji enjamlar goşulýar. Ýeri gysga ulaşmadan goraýjy rele başga toguň transformatornyň ikilenji sarymyna çatylýar (goraýşyň zynjyrlary çatgyda görkezilmedik). Işe göýberişin has agyr şertlerinde $M_c \langle 0.4M_{\text{hom}}$ haçan-da ahyrky sinhronly ýakyn burç tizligine ýetenden sinhron hereketlendirijiniň oýandyrys sarymyna hemişelik tok berilýär.

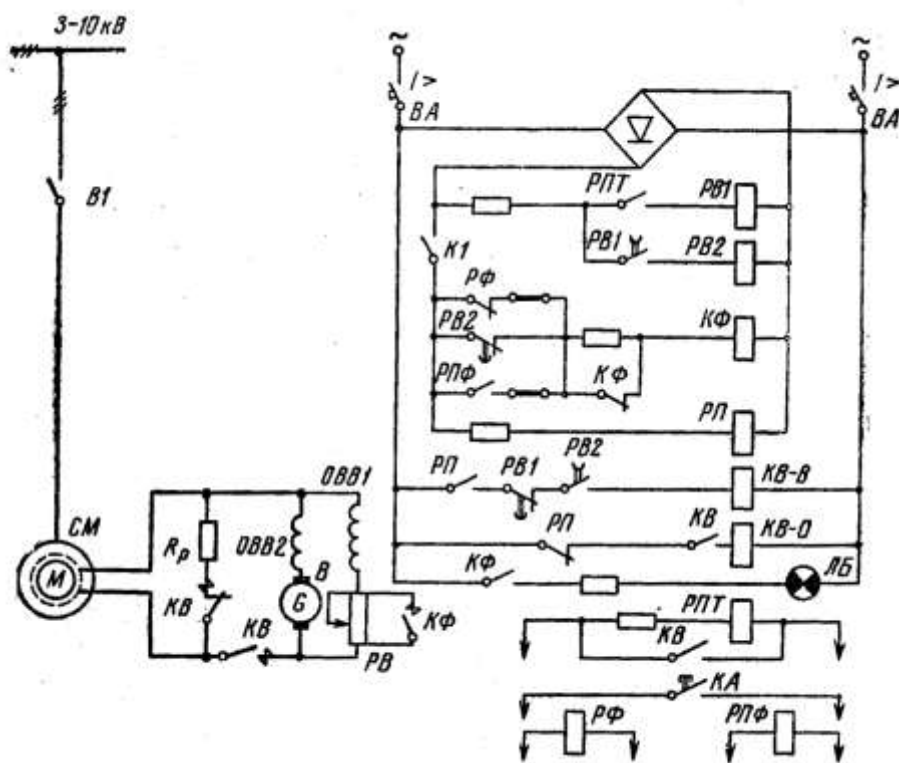
Rotoryň sarymana hemişelik togyň berilmesi meselem 11.13 suratda getirilen çatgy boýunça amala aşyrmak bolar. Çatgydan görnüşi ýaly haçan-da KM kontaktor öçürilgi wagty hereketlendirijiniň oýandyryjy sarymy KM ýazdyryjy kontakt arkaly Rp razýadly rezistora çatylan we hemişelik toguň çeşmesinden iýmit almaýar.

Çatgynyň esasy elementi bolup PII rele (koşeşdirijili misli gilzaly) hyzmat edýär, onuň katuşkasy Vdiod arkaly eazýadly rezistora goşulýar we sinhron hereketlendirijiniň işe goýberiş periodyna oýandyrmanyň sarymyna eltilýän (asinhron hereketlendirijiniň rotoryndaky ýaly) typmanyň EHG-si esasynda naprýaženiýa astynda galýar. Razýadly rezistoryň üstünden geçýän togunyň uly ýygylklarynda releniň serdeçniginde akym köşeşdirijini hasabyna hemişelik saklanýar. Typmanyň peselmegi bilen akym peselip başlaýar, togyň ýarymtolkunlarynyň arasyndaky interwalynyň bolsa ýokarlanylýar, ol hem $S=0,05$ typmada PII releniň ýakorynyň goýberilmegi getirýär. Çatgynyň işiniň 11.14 surat düşündirýär, onda katuşkanyň relesindäki ipn togyň egirileri we Φ_{PII} akymy görkezilen he-da KM kontaktoryň katuşkasynda ýazdyryjy kontakt arkaly iýmit berip rele ýokary göýberýär, ondan soň rotoryň sarymynyň hemişelik tok gelýär.



Sur11.14.11.13 surtdaky çatgynyň iş prinsipini illýustrirleýän PII releniň togunuň we akymynyň egrileri.

Hemişelik togy çatmagyň görkezilen usuly sinhron hereketlendirijileri dolandyrmagyň ilki çykan ulgamlarynda ulanylýar. Emma tejribede görnüşi ýaly ol ýeterlik derejeli döwre laýyk bolmaly we PП releniň wagt saklamasynyň zyňşdyrmagy sebäpli takyk sinhronizirlemäniň üpjün etmedi şonuň üçin häzirkki wagtda dolandyryş ulgamlary hemişelik toguň berlişi bilen hereketlendirijiniň işe goýberilende statoryň togunyň funksiýasynda amaly aşyrylýar. 11.15 suratda ýokary woltly sinhron hereketlendirijiniň göni işe goýberilişiniň çatgysy görkezilen. Ony çeşmä çatanynda goýberilişiniň (asinhronly goýberme) başky pursatynda statoryň zynjyrynda nominal tokdan birnäçe esse ýokary tok geçýär, onuň netijesinde M hereketlendirijiniň statoryna çatulan togyň transformatorynyň üsti bilen goşulýan ПИТ tokly rele işleýär. Bu releniň kontakty PB1 wagt releniň ýakýar ol hem wagt saklanmasyz PB2 wagt releni goşýar. KB kontaktoryň KB-B katuskasyynyň zynjyrynda PB1 kontakt ýazdyrylýar we PB2 kontakt ýapylýar, ol hem KB kontaktyň ýakylma zynjyryny taýýarlaýar (onuň KB-B ýakyjy katuskasyynyň kömegi bilen). Hereketlendirijiniň bat alyşyna görä onuň statoryndaky tok aýçaklanýar we sinhronaştly burç tizliginde (sinhronlaryň 0,95-0,98 bölegi) belli bir derejede peselýär ПИТ реле bu ýagdaýda PB1 zynjyryndaky özüniň ýapyjy kontaktny ýazdyrýar. KB-B katuskanyň zynjyryndaky PB1 releniň kontakty wagt saklanmaly (0,95 töweregi) ýapylýar. KB kontaktor ýakylýar ilgiji durýar we M oýandyryjynyň sarymyna hemişelik togy çatýar (hereketlendiriji sinhronizme girýär) KB ýakylanda Pp razryadly rezistoryň zynjyry ýazdyrylýar.



Sur.11.15 Ýokary woltly sinhron hereketlendirijiniň göni işe goýberilişiniň prinsipial çatgysy.

PB1-iň öçürilmegi bilen 4 sekundyň dowamynda KB-B katuskanyň ýakylmasyna signaly çykarýan PB2 kontaktlar ýapylýar. Ýöne KB kontaktoryň kontaktlary ilgijiniň täsiriniň kömegi bilen ýakylgy galýarlar.

Eger iýmitlendiriji çeşmäniň naprýazeniýasy pes bolsa M-iň sinhronizme girmegiň ýeňilleşdirmek maksady bilen dolandyryş çatgysynda hereketi ýokarda

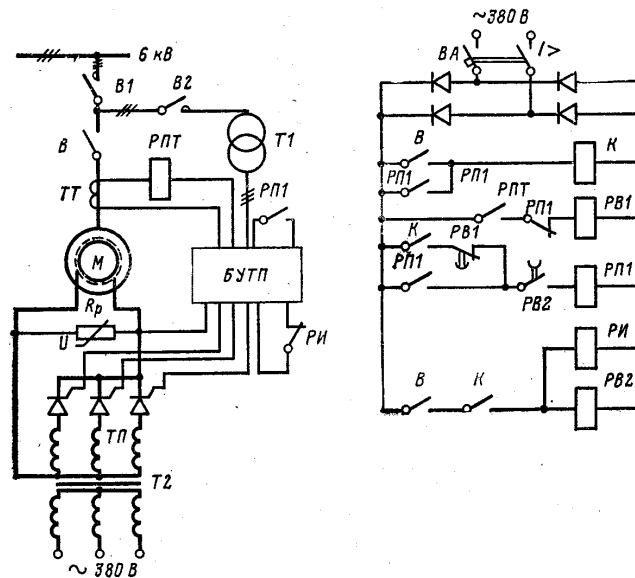
suratlandyrlan oýandyryjyny güýçlendirmegiň düwüni göz önünde tutulan. M-iň duruzylyşy B1 öçürijini aralykdan (distansion) öçürmek arkaly ýerine ýetirýär. Ol öçürilende PII rele iýmitlenmesi ýitirýär, ol hem özüniň ýazdyryjy kontakty bilen KB kontaktoryň KB-O öçüriji katuskasyňy ýakýar; M oýandyrmagyň zynjyry öçýär, onuň sarymy bolsa Pp razrýadly rezistora ýapylýar.

Sinhron hereketlendirijiniň awariýaly duruzulmasy edil 11.12 suratdaky çatgydaky ýaly amala aşyrylýar. Goýberiji togy çöklendirmek üçin ýokarda bellenen ýaly sinhron hereketlendirijiniň ýakylyşy reaktor ýa-da awtotransformatorlar arkaly ýerine ýetirilip biliner.

11.6 Tiristorly özgerdijiler bilen oýandyrmak arkaly sinhron hereketlendirijileriň dolandyrylyşy.

Sinhron hereketleri oýandyrmak üçin tiristorly özgerdijileriň elektromaşinliler bilen deňeşdireniňde artykmaçlygy olaryň ýokary çalt täsir edijiligidir. Wagtyňyň hemişeligi haçan-da tiristorlaryňky 0,005-den 0,01 s çenli bolanda elektromaşinly oýandyryjlarda kuwwatyna baglylykda 0,1- den 0,5 s çenli. Urgyly ýüklenmeli işleýän sinhron hereketlendirijileri elektrik herekede getirijiler dinamiki durnuklylygyny ýokarlandyrmak maksady bilen oýandyrylmagyň çalt üýtgedilmegini talap edýär. Elektromaşinly oýandyryjlaryň ýokary inersiýalylygy hem ugruly ýüklenmede hem-de çeşmeniň naprýaženiýesi çalt we belli bir derejede peselen ýagdaýynda oýandyrmagyň togunyň öz wagtynda formirlenmegini amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Tiristorly oýandyryjynyň has ýokary PTK – i bar, ýöne onuň kuwwatlylyk koeffisienti elektromaşinlileriňkä seredeniňde pes. Emma sinhron hereketlendirijiniň özi reaktiw kuwwadyň çeşmesi bolup bilýär, oýandyryjynyň kuwwaty herekede getirijiniň kuwwadynyň birnäçe göteriminden geçmeýär. Şonuň üçin tiristorly özgerdijiniň kuwwatynyň koeffisientiniň pesligi oýandyryjynyň tipini saýlanda täsir etmeýär. Tiristorly oýandyryjy aýlanan bölekleri bolmansoň maşinelere seredeniňde has ygtybarly bolup durýar. Tiristorly özgerdijiniň goşmaça artykmaçlykaryny belläp geçmek gerekli: sessizligi, meýdany azlygy we fundamentiniň ýoklugy awtomatiki sazlama ulgamlarynda ulanyp bolmak mümkinçiligi (meselem $\cos \varphi$ hemişeligiň ýa-da şinalardaky naprýaženiýanyň saklanýemagy üçin) dolandyryşyň az signallylygy.

Ýarymgeçirijili enjamlaryň birleşmeleriniň dürli çatgylary bilen ýerine ýetirilýän tiristorly özgerdijiler sinhronly herekede getirijileriň we sinhronly generatorlaryň kuwwatyna baglylykda ulanylyşda öz ornuny tapýarlar.



Sur.11.16 Teristorly özgerdijili deňeşdirme pes kuwwatly herekede getiriji üçin ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy.

Onda göneldilmäniň üç fazaly nully çatgysy boýunça ýerine ýetirilen TII teristorly özgerdiji ulanyldy. Hereketlendirijini işe goýbermezden öň hokmany suratda BA awtomatiki öçürijiniň we B1 we B2 bölüjileriň kömegi bilen dolandyryş zynjyrlaryň hem-de teristorly özgerdijini iýmitlendirýän T2 transformatoryň iýmitlenmesini ýakmaly.

B ýagly öçürijiniň ýakylmagy bilen M hereketlendirijiniň statoryna we teristorlary sowatmak üçin (çatgyda görkezilmedik) wintilýatory aýlaýan kömekçi asinhron hereketlendirijini ýakmak üçin niýetlenen K kontaktoryň çatgynda katuşkasyna signal berijiniň kömekçi zynjyrlary görkezilmedik. PIIT rele (M hereketlendirijiniň goýberiji togy bilen) PB1, PB2 wagt releleri we PИ inwertorly režiminiň relesi ýakylýarlar.

Başda M hereketlendirijiniň asinhronly işe goýberilşi amala aşyrylýar. Hereketlendiriji sinhronasty tizlige çenli bat alýar, bu ýagdaýda statordaky goýberiji tok peselýär we PIIT rele PИ 1 releni gerek bolan wagt saklamasy bilen ýakýan PB1 wagt releniň katuşkasynyň zynjyryndaky özüniň ýapyjy kontaktyny ýazdyrýar. Ol K katuşkanyň zynjyryndaky B ýapyjy kömekçi kontakty blokirlýär, PB2 ýapyjy kontakt arkaly öz-özi iýmitlenmä durýar, hem-de БУТП tiristorly özgerdijiniň dolandyryş blogyna naprýaženiýe berýär, onuň netijesinde özgerdijiniň tiritorlary açylýar we M hereketlendirijiniň oýandyryjy sarmyna tok berilýär. Sinhronly hereketlendiriji sinhronlaşma çekilýär.

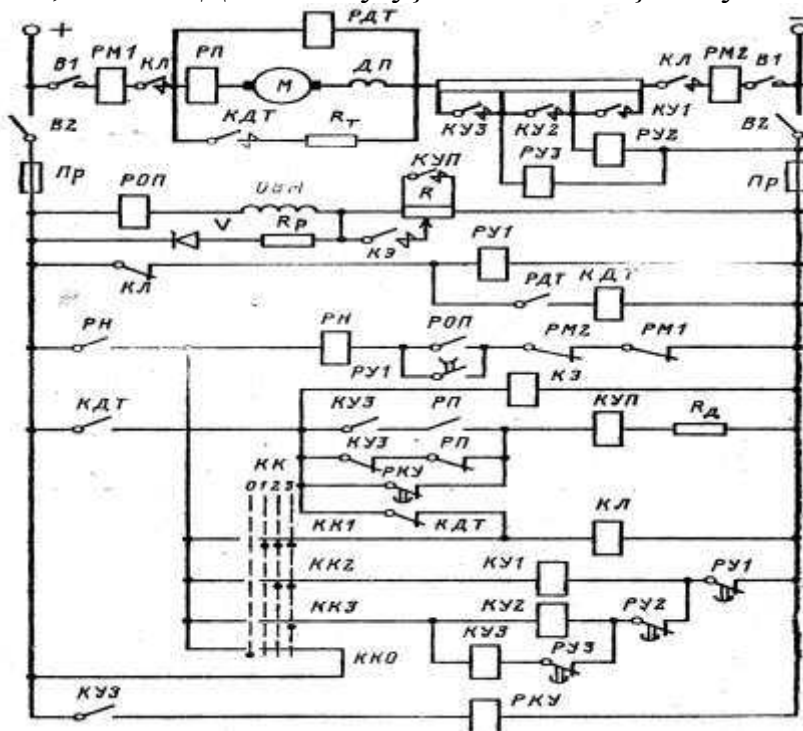
B öçürijiniň öçürilmegi bilen PИ rele we PB2 wagt relesi iýmitini ýetirýär, ol hem özüniň ýazdyryjy kontakty bilen БУТП dolandyryş blogyna sinhron hereketlendirijiniň meýdanyny öçürmegi üpjün edýän inwertor režimine geçirip täsir edýär. PB2 rele bilen amala aşyrylýan wagt saklanmasyndan soň meýdany söndürmegiň birnäçe köpräk wagtyndan soň K kontaktor we PИ bir rele öçýär, bu ýagdaýda БУТП blogyň iýmitlenmesi we tiristorlary sowatmagyň wentilýatorynyň hereketlendirijisi öçýär, şonuň bilen çatgy öňki ýagdaýyna getirilýär.

БУТП dolandyryş blogy ondan başga sinhron hereketlendirijiniň oýandyryş togunyň sazlamak üçin niýetlenen oýandyrmanyň awtomatiki sazlaýjysyny özünde saklaýar. Çatgyda görkezilen göni çyzyksyz Rp rezistor (waristor) naprýaženiýany artykmaç naprýaženiýadan goramak üçin niýetlenen.

11.7 Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik tokly hereketlendirijiniň dolandyrylyşy.

11.17 suratda hereketlendirijiniň dinamiki togtadylmasy we burç tizligini sazlamagyň işe goýberilmek mümkinçiligini göz önünde tutýan garaşsyz oýandyryjyly hereketlendirijiniň dolandyrmagyň çatgysy getirilen. Dolandyrylyş başky (nully) we üç işçi ýagdaýly KK komandokontrolleriň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Hereketlendirijiniň tizlendirilmesi wagt funksiýasynda togtadylmasy – EHG funksiýasynda amala aşyrylýar.

Hereketlendirijiniň güýjenmeli zynjyryna girýärler B1 öçürijiler, PM1 we PM2 maksimal releler, goýberiji we togtadyjy rezistorlar KJI göni çyzykly kontaktoryň KY1, KY2, KY3 tizlenmäniň we KDT togtatmanyň kontaktorlarynyň kontaktlary, hem-de PY2, PY3, PII we PDT dolandyryş releleriň katuskalary.



Sur.11.17. Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik tokly hereketlendirijiniň dolandyrmagyň çatgysy.

Oýandyrmagyň sarymy şol bir wagtda dolandyryş zynjyrynyň hem öjüjiriji bolup durýan B2 öçürijiniň üsti bilen çeşmä çatylyar. Oýandyrmagyň sarymynyň zynjyryna hereketlendirijiniň burç tizligini sazlaýan R rezistor çatylyan. Ondan başga oýandyrmagyň togunyň barlygyna gözegçilik etmek üçin oýandyrmagyň sarymynyň zynjyryna POPI releniň katuskasy çatylyan. Rp razýadly rezistor V diod arkaly oýandyrmagyň sarymyna çatylyan.

Gorag zynjyryna PII naprýaženiýanyň relesiniň kontakty we katuskasy, hem-de PM1 PM2 maksimal releleriň kontaktlary we POPI meýdany gowşatmany relesi ýakylgy. Komandokontrolleriň başky ýagdaýynda PII rele ýakylýar we özüniň kontaktyny ýapýar. Komandokontrolleri iş ýagdaýynda geçiriniňde dolandyryş zynjyrynyň iýmitlenmesi PII kontakt bilen gözegçilik edilýär. Bu kontakt naprýaženiýanyň takmynan 0,8 U_{nom} baha çenli peselmeginde, ýa-da oýandyрма sarymynyň zynjyrynyň üzülmeginde, ýa-da hereketlendirmegiň güýjelmeli zynjyrynda toguň 200% ýokarlanmagynda açylýar.

Hereketlendirijiniň işe goýberilmeginde öň B1 we B2 awtomatik öçürijiler ýanýarlar, şonda OBM hereketlendirijiniň oýanmasynyň sarymy R rezistoryň doly garşylygynyň üsti bilen çeşmä goşulýar. Oýandyrmagyň togy şu ýagdaýda POPI releniň işlemegi üçin ýeterlik

bolup bilmez şonuň üçin PII katuskanyň zynjyryndaky onuň kontakty KK komandokontrolleriň başky ýagdaýynda naprýaženiýanyň täsiri astynda bolýan PY1 releniň ýazdyryjy kontakty bilen şuntirlenýär. Komandokontrolleriň tutawajyny çetki, (gyraky) iş ýagdaýyna geçireniňde KJI kontakt ýanýar. Ondan başga KDT ýazdyryjy kontaktyň üsti bilen çeşmä KƏ “ykdyady” kontaktor we KYII magnit akymyny güýçlendirmäniň kontaktory goşulýarlar. OBM oýandyrmanyň sarymyna doly naprýaženiýe beriler, hereketlendirijiniň ýakorynyň sarymyna bolsa göýberiji rezistor dolylygyna salynýar – hereketlendirijiniň doly akymly işe göýberilişi başlanýar. Bu ýagdaýda PY2, PY3 tizlenmäniň releleri we POII rele ýanýar. Azyrak wagtdan soň PY1 releni ýazdyryjy kontakty ýapylýar we rezistoryň birinji basgançagyny we PY2 releniň katuskasyň şuntirläp KY1 kontaktor işleýär. PY2 releniň katuskasyň gysga ulaşmagy rezistoryň ikinji basgançagyny şuntirleýän KY2 kontaktory ýakyjy PY2 kontaktyň wagt saklanmaly ýapylmagyna getirýär.

Edil şonuň ýaly KY3 kontaktor bilen göýberiji rezistoryň üçünjü basgançagyň şuntirlenmesi bolup geçýär. KY3 kontaktor şindi ýazdyryjy wagty esasy burç tizligine çenli işe göýberiliş prosessinde PKY ýazdyryjy kontakt ýapyk we KYII kontaktor ýakylgy. Soňky göýberiji rezistor şuntirlenende KY ýanýar we RKY kontaktorlar ýazdyrylýarlar. Eger bu ýagdaýda hem göýberiji tok bahaly bolsa, onda KY3 we PII – iň üsti bilen KYII ýakylgy bolar. Hereketlendirijiniň işe göýberilmeginiň ölçegine görä ýokaryň togy peselýär, we PII rele özüniň ýazdyryjy kontaktlaryny göýberýär, KYII iýmitlenmesini ýitirýär we oýandyrmanyň sarymynyň zynjyryna nominaldan ýokary hereketlendirijiniň burç tizliginiň talap edilýän bahasy berilýän herekete getirijiniň ýagdaýy bilen anyklanylýan R rezistoryň bir bölegi salynýar. Esasydan ýokary burç tizligine çenli tizlenýän hereketlendirijiniň meýdanynyň gowşamagyna impuls berilýär. Oýandyrmanyň sarymynyň induktiwligini akymyň aşak gaçmagyny haýalladýan we sonun bilen ýakoryň sarymyndaky toguň zyňylmalaryny (tolçok) ýumşadýan hem bolsa, ýöni ol olary dolylygyna ýok edenok. Meýdanyň gowşamasynda toguň zyňylmalarynyň çäklendirilmesi PII tokly releniň kömegi bilen amala açyrylýr. PII releniň we KYII kontaktoryň yrgyldysy iş režimi esasynda ýakoryň sarymyndaky tok meýdany gowşatmagyň geçiş prosessiniň dowamynda rugsat berilýän bahanyň çäginde geçmeýär.

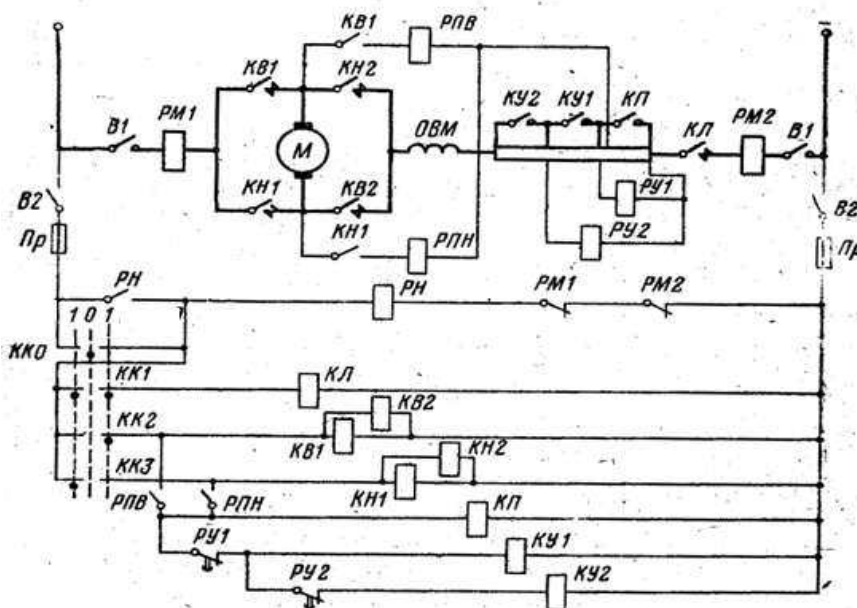
Hereketlendirijiniň togtadylmasy komandokontrolleriň tutgujyny nully ýagdaýa geçirmek bilen awtomatiki amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda KJI kontaktor öçýär, ýakoryň çeşmeden aýrylýar. KDT dinamiki togtadylmanyň kontaktory PDT togtadylma relesiniň kontaktlarynyň üsti bilen ýakylýar. Şonuň netijesinde hereketlendirijiniň ýokarynyň sarymy togtadyjy rezistora ýakylgy bolýar, hereketlendiriji bolsa-dinamiki togtadylmanyň režiminde. Dinamiki togtadylma (KDT kontaktor häli ýakylgy wagty) hereketlendirijiniň doly magnit akymynda bolup geçýändigini bellemek gerek.

11.8. Yzygider oýandyrmaly hemişelik tokly hereketlendirijiniň dolandyrylyşy.

Yzygider oýandyrmaly hereketlendirijini dolandyrmagyň çatgysy (sur.11.18) hereketlendirijiniň işe göýberiliş prosessiniň we rewersina awtomatlaşdyrylyşyny göz önünde tutýar. Hereketlendirijiniň işe goýberilişiniň awtomatlandyrylyşy PY1 we PY2 elektromagnit wagt releleriň kömegi bilen amala aşyrylýar. Rewers prosessiň iki relesi bilen dolandyrylýar. Hereketlendirijini “öňe” “ýa-da” yza işe göýbermek hem-de onuň rewersi üçin üç ýagdaýly komandokontroller hyzmat edýär. Öňe, Nully ýagdaý we yza.

Hereketlendirijiniň güýjenmeli zynjyrlary we dolandyryşyň zynjyrlary B1 we B2 öçürijiler bilen hemişelik toguň çeşmesine çatylýar.

Hereketlendirijiniň bir ýa-da beýleki ugra işe goýberilmesi komandokontrolleriň tutawajynyň öwrimi bilen ýerine ýetirilýär. Hereketlendirijiniň şol ýa-da başga ugra işe goýberilmesinde enjamlaryň işiniň yzygiderligi birmeňzeş aýratynlygyny öňe goýbermede işleýän KB1, KB2 kontaktorlar we RPB rele we yza goýbermede işleýän KH1, KH2, ППН düzyärler.



Sur.11.18 Ters birikdirme duruzma arkaly üçin yzygider oýandyryjily hemişelik togun rewersi w hereketlendirijiniň dolandyrmagyň çatgysy

Komandakontrolleriň tutgajynyň nul ýagdaýynda onuň KKO kontakty ýapyk, we ПИ releniň sarymyny naprýazeniýnyň tasiri astynda bolýar, şonuň üçin ПИ kontakt KKO-ny şuntirleýär. Soňlugyça KKO kontakt açylýar, ýöne ПИ releniň kotuşkasy we dolandyryşyň ähli zynjyrlary iýmitlenme ПИ ýapylan kantaktyň üsti bilen alýarlar. Naprýazeniýanyň peselmeginde ýa-da maksimal goraglylygyň işlän ýagdaýynda ПИ kontakt açylar we dolandyryş zynjyryna naprýazeniýanyň berilmegi goýulýar, ol hem hereketlendirijiniň durmagyna getirýar mandokontrollaryň tutgajynyň Öňe ýa-da Ýza ýagdaýynda KЛ kontakt we hereketlendirijiniň ýakorynyň sarymyna naprýazeniýe getirýän rewersi w kontaktorlarynyň jübüt kontaktlaryny biri ýapylýar.

İşe göýberilmäniň başynda hereketlendirijiniň zynjyryna göýberiji rezistoryň iki basgançagy we tersbirikdirme basgançagy göýberilen. ПИБ ýa-da ППН releleriň biriniň kotuşkasy aýlanmanyň haýsy ugry üçin işe göýberiliş ýerine ýetirilýänligine baglylykda KB1 ýa-da KH1 degişli blok-kontaktlar bilen çeşmä çatylýar we rele dolandyryş zynjyryndaky özüniň kontaktyna ýapýar. ПИБ ýa-da ППН releniň işlemegi esasynda КП ýakylma garşylygyň kontaktory iýmit alyp, şobada öz kontaktyny ýapýar we ýakylma garşylygyň basgançagyny hem-de naprýazeniýanyň täsiri astynda galan PY1 tizlenmesini ýitirýär we KY1 katuşkanyň zynjyryndaky özüniň ýazdyryjy kontaktyny wagt saklanmaly ýapýar. KY1 tizlenmäniň kontaktory iýmitlenme alyp güýjenme zynjyryndaky KY1 ýapyjy kontakty

ýapýar we göýberiji rezistoryň birinji basgançagyny şuntirleýär. Şol birwagtda hem PY2 tizlenme relesi şuntirlenýär, ol hem wagt saklanmagy bilen özüniň PY2 kontaktyny ýapýar we KY2 kontaktory ýakýar. Bu kontaktor göýberiji rezistoryň ikinji basgançagyny şuntirleýär we şunuň bilen hereketlendirijiniň işe göýberiş prosessi gutarýar.

Hereketlendirijiniň rewersiwlennesi üçin komandakontrollaryň tutgujyny Öňe ýagdaýdan Ýza ýagdaý geçirmek bilen ýa-da aýryp ulandyrmadan öň komandakontroller haýsy ýagdaýy eýeleýändigine baglylykda ters ugur boýunça amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda ilki bilen tersbirikdirme bilen togtadylma, ondan soň-ters ugur boýunça hereketlendirijiniň işe göýberilmesi amala aşyrylýar. Hereketlendirijiniň togtadylmasynda toguň has uly zyňymlary bolamaz ýaly, hereketlendirijiniň zynjyryna goşmaça ýakylma garşylygyň rezistoryny girizmek talap edilýär.

Togtadylmanyň başynda tersbirikdirme relesi işlemez ýaly ýokarda bellenişi ýaly onuň kotuşkasyndaky naprýaženiýe O-a ýakyn bolmaly, oňa hem tersbirikdirme relesiniň goşulmasynyň degişli nokadyny saýlamak bilen ýetilýär. Komandakontrolleriň tutawajyny Öňe ýagdaýdan Yza ýagdaýa geçireniňde dolandyryş zynjyryndaky PIIH kontakt hereketlendirijiniň doly duruzylmasynda bolup geçýän, releniň kotuşkasyndaky naprýaženiýa ýeterlik baha ýetýänçä ýapylmaz. Hereketlendirijiniň togtadylmasyndan soň, şobada edil ýakanda getirilişindäki meňzeş bolup geçýän hereketlendirijiniň ters ugra işe göýberilişi bolup geçýär.

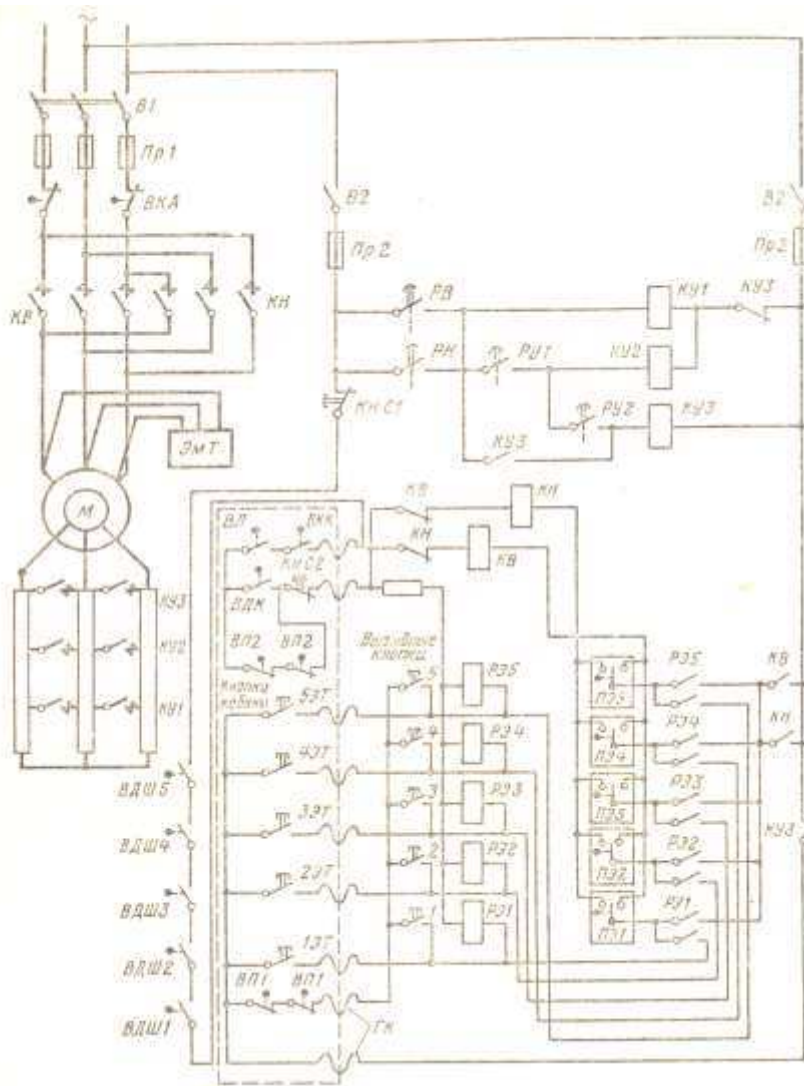
11.9 Elektroýörediji we lifti awtomatiki dolandyrmaklygyň çatgysy.

Baş gatly jaýyň liftiniň kabinasy, fazaly rotorly asinhronly hereketlendirijiden herekete getirilýär. Bu çatgynyň (sur.11.19) görnüsi ýeňil üytgäp biler we gatlary köp sanly jaýlaradky lifter üçin ulanylyp biliner.

Gat relesi PӘ1 – PӘ5 lift bilen dolandyrmak panelinde stasionar ýerleşendir. ПӘ1-ПӘ5 gat gaýtadan ulaşdyryjylaryň we şoňa degişlikde gat releleriniň sany gatlaryň sanyna deňdir. Kabinada ýerleşýän, apparatura, goşýar: alty sany basmalary wagt boýunça ýazdyrylan ýagdaýda duran, eger kabinada ýolagçy bolsa we utgaşan ýagdaýda, eger kabinada ýolagçy bolmasa, duran БП1, БП2 pol gutarnykly ýazdyryjylary, БП2 pol kontaktlaryny, БДК kabina gapylarynyň şuntirleýji kontaktlaryny, ýagny haçanda ýolagçy kabinadan çykanda, onuň gapylary açyk galanda, tarapyň çekiminiň gowşamagynda ýa-da onuň üzülmesine gözegçilik ediji, БКК gutarnykly ýazdyryjynyň kontaktlaryny; Şeýlede tutujy mehanizmiň işlemeginde wagt boýunça ýazýan, БА tutujy ýazdyryjysynyň kontaktlaryny, bu kontaktlar utgaşan bolmalydyrlar. БП1 wagt boýunça ýazýan kontaktlar, БП2 kontaktlar ýaly haçanda kabinada ýolagçylar bolmadyk ýagdaýynda ony çagyrmaklyk mümkinçiligini berýär. Liftiň kabinasynda lifti pneuň islendik ýagdaýynda saklamaklyk üçin niýetlenen К_Н C2 basma bardyr.

Liftiň kabinasynda bolan, enjamlaryň ýokarda agzalyp geçen elementleri ähli beýleki apparaturalar bilen ТК maýyşgak kabeliň kömeginde birleşýärler.

Hereketlendirijiniň statory sete B1 ýazdyryjynyň güýç zynjyrlaryna utgaşan БКА şikeslenme ýazdyryjysynyň üstünden utgaşmasy bilen, şeýlede kabinanyň ýokary ýa-da aşak hereketiniň ugruna hesgitleýji KB we KH kontaktorlaryň kontaktlary bilen birleşýär.



Sur. 11.19. Elektroýörediji we lifti awtomatiki dolandymagyň çatgysy.

Hereketlendirijiniň rotorly zynjyrynda goşmaça rezistor işledilen, ýagny KY1, KY2 we KY3 çaltlaşdyрма kontaktorlary bilen wagt funksiýasynda işe göýberiş döwründe yzygiderli şuntirlenýän we hereketlendiriji esasy häsiýetnamaga çykarylýar. Elektroýöredijiniň işe göýberilmesini ýa-da liftiň kabinasyndan ýolagçy tarapyndan ýa-da bolmasa islendik gatyň meýdançasynda duran ýolagçy tarapyndan bolmasynyň kömeginde geçirilip biliner. ПД1 – ПД5 gat gaýtadan ulaşdyryjylary birinjiden başlap soňka çenli her gatda liftiň şahtasynda degişlilikde ornaşdyrylandyr.

Eger şahtanyň gapylarynyň biriniň açyk galmagynda kabinanyň hereketiniň bolmaýanyny belläp geçmeklik gerekdir, muňa ähli gatlarda ornaşdyrylan we dolandyrýş zynjyryna işledilen uçly ýazdyryjylar bilen gözegçilik edilýär.

Ýolagçynyň birinji gatdan başinji gata galmagyndaky çatgynyň işine seredeliň. Bu ýagdaýda ПД1 gat gaýtadan ulaşdyryjysy orta ýagdaýda galan gat gaýtadan ulaşdyryjylary bolsa san ýagdaýda utgaşdyrylandyrlar. Ýolagçynyň birinji gatda liftiň kabinasynda durmagynda ilkinji nobatda БДШ1 pol kontaktlary wagt boýunça ýazýarlar, şonuň netijesinde birinji – başinji gatlaryň çagyryş basmalarynyň zynjyry üzülýär we lifti daşyndan dolandymaklyk mümkinçiligi aradan aýrylýar. Soňra birinji gatyň şahtasynyň gapylary ýapylýar we БДШ1 kontakt utgaşýar. Şahtanyň gapylarynyň ähli galan gatlarda ýapyk bolmalydygynda, onda БДШ1- БДШ5 kontaktlar utgaşandyrlar, soňra kabinanyň gapylary ýapylýar we şol wagtda БДШ1 kontakt utgaşýar. "Bäsinji gat" basmasyna basylmaklyk bilen

K_H C1 basmanyň üstünden utgaşan zynjyr boýunça PӘ5 rele, BDIII1-BDIII5 utgaşan kontaktlar, maýyşgak kabel, tanaplaryň çekilmesine gözegçilik edýan, BKK utgaşdryjy kontakt BA we BDK utgaşyjy kontaktlar, K_HC2 kabinadaky basma, maýyşgak kabel, PӘ5 rele tegegiň, maýyşgak kabel liftiň kabinasynda “Bäşinji gat” basylan basma maýyşgak kabel KY3 wagt boýunça ýazdryjy kontaktor işleýär. Şeýlelik bilen PӘ5 rele iýmit alar we PӘ5 özüniň utgaşdryjy kontakty bilen sag ýagdaýa öwürülen ПӘ5 gat gaýtadan ulaşdryjysynyň kontaktynyň üstünden M hereketlendirijini işlediji we ЭMT elektromagnitli saklaýjyny şol bir wagtda duruzuýy, KB kontaktoryň tegeginini zynjyryny utgaşdyrar. Soňky KB işlemeginden soň PӘ5 gat relesi hem PӘ5 gat gaýtadan ulaşdryjysynyň üstünde öz-özünden iýmitlenme durýar. Bäşinji gatyň basmasy liftiň kabinasynda göýberilip biliner. Hereketlendiriji işe göýberiş rezistorlarynyň basgançaklaryny hereketlendirijiniň rotorly zynjyryna çykaryjy, KY1, KY2, KY3 kontaktlarynyň tegekleriniň zynjyryny utgaşdryjy PB, PY1, PY2 wagtyň yzygiderli mehaniki maýatnikli releleri işleýan wagtyň saklanmasy bilen degişlilikde batlanýar. PB (PH), PY1, PY2 wagtyň maýatnikli releleri KB (KH), KY1, KY2 kontaktlara degişlilikde gurnalandyrlar.

KY3 kontaktoryň işlemeginde onuň wagt boýunça ýazdryjy kömekçi kontakty gatlardaky ähli basmalaryň zynjyrlaryny ýazdryýar, şeýle-de kabinada-da, we şonuň üçinem islendik basmalaryň basylmasy lift bilen dolandyrmak çatgysynyň işine kabina tä çagyrylan gata gelyänçä we saklanýançä täsir etmeýär.

Liftiň kabinasy, birinji gatdan dördünjä geçmek bilen, gat gaýtadan ulaşdryjylaryň ähli kontaktlaryny çep ýagdaýa öwürýär.

Bäşinji gatyň meýdançasyna golaýlaşmada, liftiň kabinasy bilen baglanşykly, direg, ПӘ5 gaýtadan ulaşdryjynyň kontaktyny orta ýagdaýa öwürer, şonuň netijesinde KB kontaktor we PӘ5 gat relesi iýmitlendirilişi ýitirýär, hereketlendiriji öçer, we saklaýjy işlar, bu liftiň çalt togtamasyna getirýär.

Yolagçy, bäşinji gatdaky duralga çenli ýitip, ilki kabinanyň gapysyny açyp, soňra bolsa liftiden çykylanda ýapmak zerur bolan, şahtanyň gapysyny açyp biler. Şahtanyň gapylarynyň ýapylmagyndan soň tutuş apparatura gat gaýtadan ulaşdryjylardan başgasy, başdaky ýagdaýa getirilýär.

Eger boş kabinanyň aşaga hereket etmegini amala aşyrmak zerurlygy ýüze çyksa, onda muny kabinanyň açyk gapylarynda geçirmeklik mümkindir, sebäbi BDK gapy kontakty BII2 pol kontaktlary bilen şuntirlenendir. Meselem, eger kabinany bäşinji gatdan birinjä getirmeklik gerek bolsa, onda birinji gatda ýerleşen, daşdan dolandyryşyň çagyryş basmasy 1 basylýar. Şol wagtda hereketlendirijini aýlanmaň ters ugruna işledýän, KH kontaktor we PӘ1 gat relesi işleýär. Hereketlendirijiniň ters ugurda işe göýberilmesi liftiň ýokary hereket etmegindäki ýaly, wagtyň funksiýasynda bolup geçýär. Kabina aşaga düşmek bilen, ähli gat gaýtadan ulaşdryjyny çep ýagdaýdan saga geçirýär, ýagny kabina bilen birinji gata ýetilme boýunça orta ýagdaýa geçirilýän, ПӘ1 birinji gatyň gaýtadan ulaşdryjylaryndan başgasy. KH kontaktoryň tegegi iýmiti ýitirýär, hereketlendiriji, hereketlendirijiniň statoryndan güýjenäniň aýrylmasynda saklaýjyny ösdürýän, saklanyş pursatynyň netijesinde çalt togtayar.

Birinji we soňky gatlaryň ПӘ1 we ПӘ5 gat gaýtadan ulaşdryjylary gutarnykly ýazdryjylaryň roluny şol bir wagtda ýerine ýetirýärler, emma uly ygtybarlylyk üçin güýç zynjyryna işledilen, BKA gutarnykly ýazdryjy hem ulanylýar. Eger gyraky ýagdaýlaryň birinde haýsydyr bir sebäbe görä ýöredijiniň öçmesi bolup geçmese we liftiň kabinasy saklanmasa, onda onuň soňky hereketinde BKA kontaktlar wagt boýunça ýazarlar,

hereketlendirijiniň esasy zynjyry we ЭMT saklaýjysy öçer. BKA gutarnykly ýazdyryjynyň işlemegi el bilen zaýalanmalar düzedilenden soň geçirilýar.

Hereketlendirijiniň çykalgalaryndan güýjenmäniň aýrylmagyndan soň goşmaça saklanyş täsirlenmesini berýän, saklaýjy, gatda kabinanyň gerek bolan takyk saklanmasynyň üpjün edilmesine täsirini ýetirýar.

11.19 Suratda kabinanyň boş ýa-da boş dälidigini görkezýän, signalizasiýa zynjyrlary, şeýle-de şikeslenme signalizasiýalary görkezilmedikdir.

Tizligi we ýokary tizlikli ýolagçy liftleri üçin Г-Д ýa-da YB-D ulgam böýunça ýörediji ulanylýar, ýagny çaltlaşmaň we saklanmaň geçişli režimlerinde çäklenýär, şeýle-de kabinanyň takyk saklanmasy üçin peseldilen tizlik üpjün edildi. Bu funksiýalar degişli ters aragatnaşyklaryň kömeginde dolandyrylşyň utgaşan ulgamlarynda ýerine ýetirilýar.

11.10 Tiristorly göneldijili bilen hemişelik toguň hereketlendirijilerini dolandyrmagyň ulgamlary.

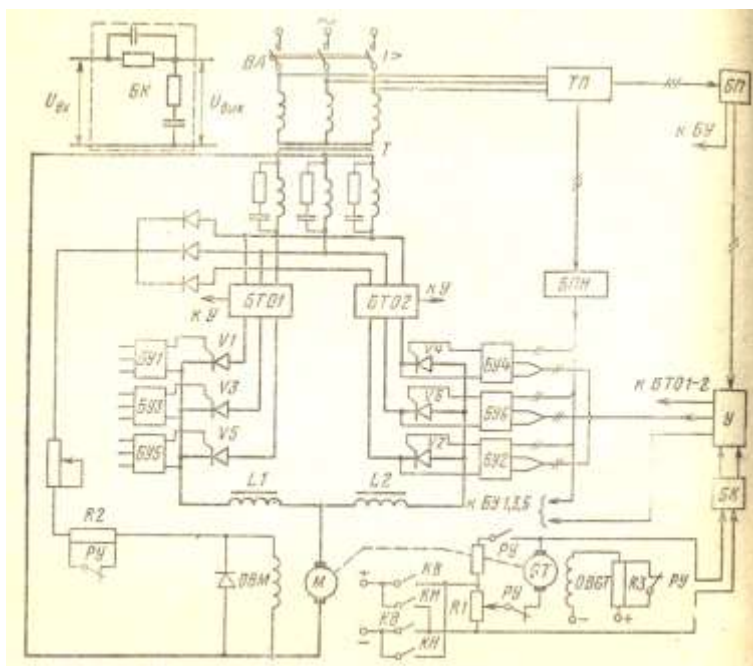
Hereketlendiriji dolandyryjy özgerdijilerden iýmitlenýän awtomatiki sazlamanyň ýapyk ulgamynda ters aragatnaşygy girizmek bilen statikada diňe bir berk mehaniki häsiýetnamalary almak däl-de, eýsem iýe goýberilende, togtadylmada we rewersirlemede geçiş režimleriniň gerek bolan hilini formirmek hem mümkin.

Orta ýa-da uly kuwwatly hemişelik toguň hereketlendirijilerini dolandyrmak üçin üç fazaly köprüli çatgy boýunça ýerine ýetirilen dolandyrylýan göneldijiler ulanylyp bilner. Köprüli çatgylaryň arzanladylmagyna we ýönekeýleşdirilmegine tiristorlary köpriniň birinji ýarymyna çatmak bilen ýetýär, beýlekisine – diodlar ýakylýar, ol hem simmetriki köprüli çatgylar bilen deňeşdireniňde tiristorlaryň sanynyň iki esse azaldylmagyny berýär, şonça esse hem dolandyryş kanallaryň sany azalýar, bu çatgynyň ýetmezçiligi toguň göneldilen naprýaženiýasynyň pulsirleme ýygylgynyň peselmegi we rekuperatiw togtadylmany almak mümkin dälidigi bolup durýar.

Tiristorly göneldijide nully çatgylar 115 we 230W naprýaženiýaly uly bolmadyk kuwwatly herekete getirijilerde ulanylýar.

Üç fazaly köprüli çatgy ulanyşda has köp öz ornuny tapdy, sebäbi ol gowy energetiki görkezijili, iýmitlendirijili transformatorlary gowy ulanmak bu tapawutlanýar; käbir ýagdaýlarda hereketlendirijiniň nominal naprýaženiýasyna baglylykda transformatoryn togy çäklendiriji reaktorlar bilen çalşyp bolýar.

Tiristorly dolandyrylýan göneldiji hereketlendiriji (YB – Д) ulgamy boýunça rewersiiv herekede getirijiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial elektrik çatgysy 11.20 suratda getirilen. Özgerdiji üç fazaly nully çatgy boýunça ýakylgy we iki komplekt tiristorlardan V1, V3, V5 we V2, V4, V6 we T güýjenmeli transformatorlary, dolandyryş impulslaryny formirleýän БУ1 – БУ6 tiristorlary dolandyrmagyň blogyndaky БПН byçgy şekilli naprýaženiýanyň blogundaky ТИ2 transformatordan, БУ1 – БУ6 dolandyryş bloklary we Y tranzistorly güýçlendiriji naprýaženiýe alýan БП iýmitlendiriji blogundan durýar.



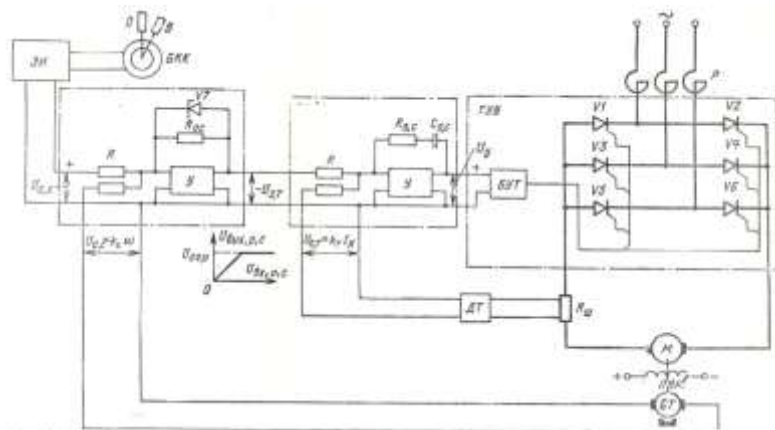
Surat.11.20 YB – Д қатгы бойунча rewersiw herekede getirijiniñ ýönekeýleşdirilen prinsipial elektrik қатгысы.

Tiristorlary we hereketlendirijini ýüklenmelerden goramak üçin her toparda birlenji sarymlary güýjenmeli zynjyra ýakylgy toguñ üç sany transformatoryndan düzülen BTO1 – BTO2 togy çäklendirmäniñ düwüni çatylan. Toguñ transformatorlarynyñ ikilenji sarymalry ýüklenmeli rezistorlara çatylan. Birlenji zynjyryñ ýüklenmesiniñ toguna proporsional bolan naprýażeniýa bu rezistorlardan aýrylýar, gönelyär we stabilizatoryñ üsti bilen Y güýçlendirijä berilýär. Ýüklenmäniñ togunyñ goýlan baha garşy ýokarlanan ýagdaýynda Y güýçlendiriji ýapylýar, hereketlendirijiniñ ýakoryndaky naprýażeniýe birden peselýär; hereketlendirijide tok tä awtomatyñ ýylylyk goragy işleýänçä akar.

Burç tizliginiñ işe goýberilişi we togtadylyşy dolandyrmagyñ ýumuşynyñ düwüni rele kontaktlarynyñ üsti bilen stabilizirlenen iýmitleniş çeşmesinden iýmit alýan R1 potensiometriñ kömegi bilen ýerine ýetirilen.GT tahogeneratoryñ kömegi bilen hereketlendirijiniñ tizligi boýunça otirisatel ters aragatnaşyk amala aýyrylýar. Berilýän naprýażeniýanyñ we ters aragatnaşygynyñ signalynyñ dürlüligi Y güýçlendirijiniñ girişine berilýär.

Hereketlendirijiniñ aýlow ugruny üýtgetmek KB ýa-da KN kontaktlary ýakmak bilen amala aşyrylýar. Hereketlendirijiniñ tä esasy burç tizlige çenli bir ugra sazlanylmasy V1 – V6 tiristorlaryñ ýakylma burçuny üýtgetmek bilen ýerine ýetirilýär. Sarymy görkezilmedik PY rele ýakylan wagtynda burç tizligini meýdany gowşatmak arkaly ýokarlandyrmak mümkin. PY rele ýakylanda tizlik boýunça ters gatnaşyk oçýär. Esasydan ýokary burç tizliklerde tahogeneratoryñ ýakorsyndaky naprýażeniýany çäklendirmek üçin onuñ oýandyrmasyynyñ sepina R3 rezistor girizilýär. Geçiş proseslerinde döreýän yrgyldylary gowşatmak ýa-da aradan aýyrmak üçin niýetlenen БК корреksiýа блогы Y güýçlendiriji bilen yzygider ýakylan. Коррекси́я блогы́ ýönekeý integrodifferensirleýji düwündir (onuñ қатгысы 11.20 suratda çep ýokarky suratda getirilen).

Güýçelndirijiniň ýokary koeffisienti netijesinde, ýokary dinamiki görkezijilerde bu çatgyda 300:1 çäkke sazlaýjy diapozony almak bolar.

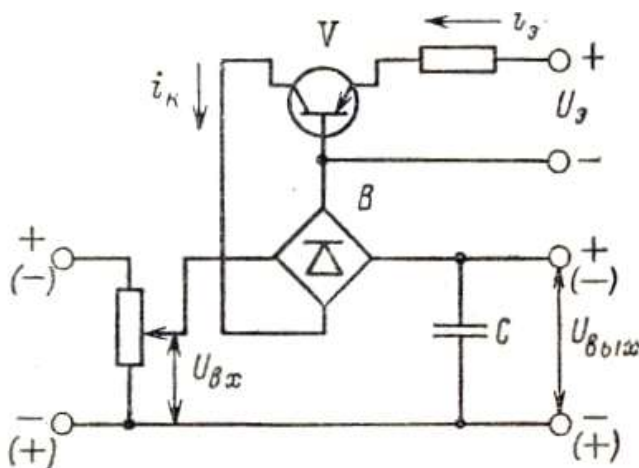


Sur 11.21 Garaşsyzlyk däl sazlaýjysy we yzygiderli koreksiýasy bolan tiristorly UW – D ulgamy boýunça herekete getirijiniň dolandyryjy çatgysy .

Onda dwigateliň ýokary M köprüli çatgyly boýunça çatylan, rewersi w däl tiristorly öwrüjiden iýmitlenme alýar. Dwigateli bilen bir walda (okda) tahogenerator GT oturdylan, ol otrisatel öwrümlü gatnaşygy amala aşyrýar, onuň duýdurujysy dwigateliň burçly tizligine proporsionaldyr $U_{o.c}=k_t$. Berilýän duýduruş $U_{3.S}$ depginlik berijiniň DB üstünden, birleşmesiz buýruk – gözegcilikden BBG barýar.

Seredilýän çatgy iki sudurlydyr. Tizligi sazlaýjy daşky sudurdan başga, dwigateliň ýakoryndan alýan togy sazlaýjy içki ýapyk sudur döredilendir. Tok boýunça otrisatel öwrümlü gatnaşygyň duýdurujysy $U_{o.t}=k_t I_a$ toguň datçiginden DT alynýar we tok sazlaýjynyň girelgesine TS girizliýär. Bu duýduruş DS-nyň çykyş dasyndaky duýduruşdan alynýar. Şonuň üçin DS – nyň çykygy duýduruş TS sazlaýjy üçin beriji bolup durýar. TS – nyň çykyş daşynda V_u duýduruş emele gelýär, ol tiristorly dolandyrylýan öwrüjiniň TDÖ fazaly dolandyryş ulgamyna BUT berilýär.

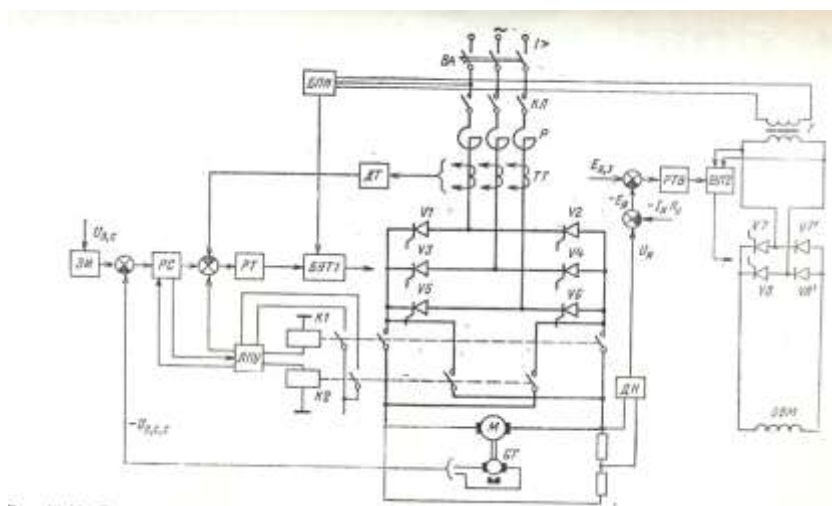
Çatylanda ýakoryň toguny çäklendirmek üçin tizlik sazlaýjynyň TS öwrümlü gatnaşyk zynjyrynda durnuklandyryjy V7 oturdylan. Baglylykly sazlaýjyly ulgamynda adatda buýruk abzaly BKK we sazlaýjynyň DS girelgesi bilen arasynda çatylýan depginlilik beriji DB ulanylýar.



Sur.11.22 DB-ň düzgünli çatgysy.

DB-niň girelgesine umumy bazaly çatgy boýunça çatylan, transistor kollektorynyň V ýmitlenmesiniň naprýazeniýasy bolup durýan, giriji naprýazeniýasy V_{gir} berilýär. Emmiteriň V durnuklandyrylan naprýazeniýa V_e ýmitlenýär. Emmiteriň togy kollektor togunyň deňli ähmiýetini kesgitleýär, ol bu çatgyda kollektoryň naprýazeniýasyndan bagly däl. Naprýazeniýa çatylmasynda kondensatoryň C zarýad alma we zarýad aýyrma hadysasy, zarýad almanyň we zarýad aýyrmanyň hemişelik togunda bolup geçýär, şonuň üçin kondensatordaky naprýazeniýe, depginlilik berijiniň çykalgasynda $U_{çyk} = U_{gir}$ ähmiýete çenli wagtda çyzykly üýtgeýär. Çykyjy naprýazeniýanyň belligi giriji bellik bilen kesgitlenilýär. Tranzistoryň kollektorynyň togy şunlukda göneldiji arkaly W öz ugruny saklaýar.

Az sanly çatylmasy bilen rewersiň herekete getirijiler üçin, ýokary bolmadyk kuwwatlykda (250 kWt – çenli), kontaktorli rewersor bilen rewersiwsiz tiristor göneldijisi ulanylyp bilner. Toksuz kommutasiýa kiçi ölçegli rewersorlaryň işleme möhletini artdyrýar, ynamlylygyny ýokarlandyrýar.



Sur.11.23 Birikdirijili rewersorly we burçly tizligiň iki zonalý sazlaýjysy bolan, rewersiň elektro herekete getirijiniň görnüşli çatgysy .

Rewersiwsiz tiristorly göneldiji üýtgeýän toguň setine WA awtomatyň, çyzykly birleşdirijiniň KL we togy çäklendiriji reaktoryň R üsti bilen çatylýar.

Hereketlendirijiniň dwigatel düzgünli işden generatorly işe geçirmek üçin (birinji kwadrantdan ikinjä) EHG utgaşdyryjynyň polýarlygyny birwagtlaýyn üýtgedip, rewersoryň birleşdirijisini geçirmek hokmanydyr, muňa göneldiji göneldijili düzgünde inwertor düzgüne geçirmek arkaly ýetip bolar. Rewersoryň geçirmeklik ýakoryň togunyň berlen we hakyky belliklerini deňeşdirip, LPU abzalyň logiki geçirijisinde awtomat usulda amala aşyrylýar. Berlen bellik tizligi sazlaýjynyň TS çykalgasynda (aralyk) naprýazeniýanyň polýarlygyny kesgitleýär. Hakyky bellik rewersoryň kömekçi birleşdirijileriň birisinden ýapyk ýagdaýda kesgitlenilýär.

Eger-de rewersory geçirmekligi mümkinçiligi dörese (ýakoryň togunyň berlen we hakyky bellikleri gabat gelmese), onda LPU tizligi sazlaýja çäklendirij duýduruşy berýär we togy sazlaýjyny ýapýar, onuň netijesinde gönelfiji inwertor düzgüne geçýär. Ýakoryň zynjyryndaky tok 0 -çenli ýetende, rewersora geçme bolup geçýär we TS hem tok sazlaýjylar

açylýar. Eger hakyky burçly tizlik berlenden ýokary bolsa, onda öwrüjiniň inwertor düzgünli işi saklanýar, dwigatelden gelýän energiýa sete dolanyp gelýär.

Burç tizligi esasynda ýokarda sazlamaklyk, “meýdany dolandyryjy baglylyk” diýilýän meýdanda, haçanda bu dolandyryşy meýdany haýallatmak arkaly, ýakoryň EHG-ni durnuklandyrmak ýoly bilen geçirilende amala aşyrylýar. Togy oýanndyryjy sazlaýjynyň TGZ girelgesine EHG-iň berlen ähmiýeti we EHG boýunça otrisatel öwrümli gatnaşyk berilýär. Bu baglanşygyň duýdurujysy ýakoryň naprýazeniýasyna proporsional bolan duýduruşdan, dwigateliň ýakorynyň zynjyrdaky içki garşylykly naprýazeniýanyň gaçmasyna (peselmesine) proporsional duýduruşdan aýyrmak ýoly bilen alynýar. Ýakoryň EHG-i nominaldan pes bolanda, burç tizligiň nominala çenli ýetmesinde, TGZ çäklendirilen düzgünde bolýar, oňa laýyklykda dwigateliň öýandyryjysyna nominal tok berilýär. Berlen $V_{b.a}$ ähmiýetde burçly tizlik nominaldan ýokary bolanda tizligi sazlaýjy dwigateliň EHG-ni nominaldan ýokary, burçly tizligiň berlen ähmiýetine ýetýänçä ýokarlandyrmaga ymtylýar, ol dwigatel ýakorynyň berlen EHS ähmiýetini saklamaklyga ymrylyp, öýandyryjy togy peseltmek bilen, TGZ işçi häsiýetneamasyna bolan çäklendirmeden çykmaklyga getirýär. Berlen düzgünde EHG berlen ähmiýete deňdir, öýandyryjy tok bolsa burçly tizligiň berlen ähmiýetine deňdir.

Oýandyryjy zynjyrdaky öwrüji iki tiristorda we iki diotdaky bir fazaly köprüli simmetriki däl çatgyda ýerine ýetirilendir.

Dwigateli rewersiwi dolandyrmagyň ýokarda seredilip geçilen usulundan başga, şu aşakdakylar mümkindir:

1) ýakoryň üýtgemeyün tok ugry bilen, dwigateliň gyjyndyryjy akymynyň ugruny üýtgetmek arkaly;

2) iki toparly tiristorly ulanmak bilen dwigateliň ýakorynyň tok ugruny üýtgetmek arkaly.

Rewersiň bu birinji usuly ýönekeýdir we beýlekilere seredende arzandyr, ýöne dwigateliň öýandyryjysyny hemişelik wagtda aýlamaklygy netijesinde, dinamiki görkezijileri boýunça olardan yza galýar. Rewersi utgaşdyryjyda iki jübütli tiristorly çatgy giňden ulanylýar we ýokary tizlikdäki täsiri üpjün edýär.

Tiristorly dolandyrmanyň iki usuly ulanylýar: bilelikdäki we aýratyn. Olardan başga-da bilelikdäki dolandyrmada ylalaşykly däl görnüşleri bardyr.

Bilelikdäki ylalaşylan dolandyrmada göneldiji we inwertor jübütiniň EHG-niň ortaça ähmiýeti biri-birine deňdir we bellikleri boýunça garşylyklydyr, ýöne ähmiýet pursady deň däl, onuň netijesinde tiristor jübüti we iýmitleniş çeşmesinde emele gelen ýapyk konturlarda reaktorlar bilen çäklendirmesi zerur bolan, deňeşdiriji tok akýar (deňeşdiriji tok takmynan 10% çenli nominal togy çäklendirýärlar).

Bilelikdäki ylalaşylmadyk dolandyрма ýagdaýynda inwertor jübütiniň EHG ähmiýeti göneldiji toparyň EHG ähmiýetinden ýokary bolýar. Inwertirlemäniň minimal burçunda deňeşdiriji tok peselýär, şonuň üçin onuň çäklendirmesi üçin, birinji ýagdaýa seredende pes induktiwli deňeşdiriji toguň zynjyrynda reaktorlary çatmaklyk hokmanydyr.

Aýratyn dolandyrmada deňeşdiriji reaktorlary ulanma mümkinçiligi aradan aýrylýar. Aýratyn dolandyрма, häzirki pursatda işlemeli tiristorlary dolandyryjy impulsalary bermegi göz önünde tutýar, beýleki toplumdaky tiristorlatr dolandyryjy impulsdan aýrylýar, ol ýükleme togunyň deňeşdirme pursatyny 0 kesgitleýän we öňden işleýän tiristor toplumlarynyň dolandyryjy impulsyny ýapýan, ýörite logiki abzal arkaly ýerine ýetirilýär. Birnäçe arakesme wagtyndan (5-10 sek) soň tiristorlara beýleki topardan impuls berilmesine rugsat edilýär. Aýratynlykdaky dolandyrmada deňeşdiriji toguň aradan aýrylmagy netijesinde, elektroherekete getirijiniň PTK-sy ýokarlanýar.

Edebiýät

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Mamadaliýew I. H. Awtomatizirleneň elektrik hereketlendiriji (1-nji , 2-nji bölüm), Aşgabat 2001.
11. Mamadaliýew I. H. Awtomatizirleneň elektro ýöretme boýunça tejribe işleri. Aşgabat , TPI, 2001.
12. Mamadaliýew I. H., Garrybaýew K. Ýyllyk we diplom taslamalary boýunça gollanma, Aşgabat, TPI, 2004.
13. Mamadaliýew I.H. Amaly sapagynda , ýyllyk we diplom taslamalarynda personal kompýuterleri ulanmag. Aşgabat, TPI, 2005.
14. Çonanow G., Orazow K., Mamadaliýew I.H., Karimow A.S., Naşymow B. Rusça-Türkmençe politehniki sözlük (kitap) – Aşgabat, 1998
15. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод.-М.: Энерго атом издат , 1986
16. Сиротин А. А. Автоматическое управление электроприводами.-М., 1969.
17. Соколов М. М Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов.- М., Энергия, 1976
18. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электрпривода - М., Энергоатом издат, 1891.
19. М.Г.Чиликин, М.М.Соколов, В.М.Терехов, А..В.Шинянский. Основы автоматизированного электропривода .М., Энергия , 1974
20. Филипов Б.А., Ильинский Н.Ф., Основы электропривода – М.МЭИ, 1977 .
21. Электротехнический справочник. 4-е изд. Гл. редактор М.Г. Чиликин.- М., Энергия, т.1, 1971, т.2, 1972

MAZMUNY

Giriş.....	4
1.Elektroýöretme düşünjesi.....	6
1.1Elektroýöretmeleriniň tipleri.....	7
1.2Elektroýöretmäniň funksiýalary.....	7
2 Elektroýöretmäniň mehanikasy.....	8
2.1Önümçilik mehanizmleriniň we elektrik ýöredijileriň mehaniki häsiýetnamalary.....	11
2.2Elektrik ýöredijileriň mehaniki häsiýetnamasy	12
2.3Elektroýöretmäniň hereket deňlemesi.....	12
3.Elektroýöretmäniň mehaniki häsiýetnamasy	13
3.1Ýöredijiniň baglanyşyksyz oýandyrmasyň mehaniki häsiýetnamasynyň gurluşy	14
3.2Reostat häsiýetnamalarynyň düzülşi we reostatlaryň hasaplamasy	15
3.3Garşylygyň derňeme hasaplamasy.....	16
3.4Duruzma düzgünli bagly däl oýandyrmaly hemişelik toguň ýöredijisiniň mehaniki häsiýetnamasy.....	16
3.5Garşylyk birikdirmeli duruzma.....	18
3.6Yzygider oýandyrmaly hemişelik toguň ýöredijisiniň (HTY) mehaniki häsiýetnamasy.....	19
3.7Yzygider oýandyrmaly HTY duruzma düzgüni.....	21
3.8 HTY-iň garyşyk oýandynmasynyň mehaniki häsiýetnamasy.....	22
4 Asinhron ýöredijiniň mehaniki häsiýetnamasy.....	23
4.1 Işe goýbereliş we asinhron ýöredijiniň ters aýlanysy.....	27
4.2Asinhron ýöredijiniň duruzma düzgüni.....	29
5 (SÝ) Sinhron ýöredijiniň mehaniki we burç häsiýetnamasy.....	31
6 Elektroýöretmeleriniň burç tizligini sazlamak.....	33
6.1 Bagly däl oýandyrmaly HTY ω sazlamak.....	35
6.2 Oýandyрма toguny – ýöredijiniň magnit akymyny üýtgetmek bilen ω sa.....	35
6.3 Burç tizligi ω sazlanşy, HTY garaşsyz oýandyрма, ýakoryň güýjenmesini TÖ kömegi bilen üýtgedýäris.....	38
6.4Yzygider oýandyrmaly ýöredijiniň burç tizligini sazlamak.....	40
7.Üýtgeýan toguň elektroýöretmeleriniň ω sazlamak.....	41
7.1 Energiýa berýär güýjenmäniň ýygylgynyň üýtgemegi bilen asinhron ýöredijiniň ω sazlamak.....	43
7.2 Güýjenmäniň üýtgemegi bilen AÝ ω sazlamak.....	44
7.3Asinhron iki ýöredijili elektroýöretme.....	44
8 Hemişelik togunyň elektrik ýöredijileriniň goýbermesini awtomatiki dolandyrmak prinsipi.....	45
8.1Tok funksiýasynda dolandyрма.....	47
8.2Wagtyň funksiýasynda dolandyрма.....	48
9.Elektroýöredijileriň kuwwatyny hasaplamas.....	49
9.1.Umumy düzgün.....	49
9.2.Hemişelik we üýtgewli tokly elektroýöredijilerde energiýanyň ýitgi.....	53
9.3.Hereketlendirijiniň gyzmasy we sowamasy. Elektroýöredijileriň iş režimleriniň klassifikasiýasy.....	66
9.4.Elektroýöredijileriň ýüklenme diogrammalary.....	74
9.5.Işin dowamly režiminde (S1) hereketlendirijiniň kuwwatlylygynyň hasaplamasy.....	82

9.6. Işın gysga wagtlaýyn režiminde (S2) hereketlendirijiniň kuwwatlylygynyň hasaplamasy.....	87
9.7. Işın gaýtalama-gysga wagtlaýyn režiminde (S3) hereketlendirijiniň kuwwatlylygynyň hasaplamasy.....	90
10. Awtomayiki dolandyryşyň arasy açyk ulgamlary.....	94
10.1 Awtomatiki dolandyryş çatgylarynyň elementleriň şekillendirilişi we belleni.....	94
10.2 Arasy açyk releli – kontaktly ulgamlarynda elektrohereketlendirijiniň işe goýberilişini awtomatiki dolandyrmaklygynyň esaslary.....	96
10.3 Hemişelik tokly hereketlendirijileriň çeşmeden ýymitlenende işe goýbermesini releli-kontaktly dolandyryşynyň tipli düwüni.....	98
10.4 Çeşmeden ýymitlenen ýagdaýynda hemişlik tokly hereketlendirijileri duruzmagyň dolandyryş çatgysynyň tipli düwünleri.....	103
10.5 Çeşmeden ýymitlerinde asinhron hereketlendirijileriň duruzylmasynyň we işe goýberilişi awtomatiki dolandyryjy çatgylaryň tipli düwünleri.....	110
10.6 Sinhronly hereketlendirijileri awtomatiki dolandyryş çatgylarynyň tipli düwünleri.....	114
10.7 Elektrohereketlendirijileri dolandyrmagyň çatgysynda logiki elementleriň we kontaktsiz apparatlaryň ulanylyşy.....	118
11. Ýazdyrylan (açylan) dolandyryş ulgamlarynyň tipli çatgylary.....	121
11.1. Umumy, ýagdaýlar.....	121
11.2 Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe goýberilmesini duruzylmasyny we rewasirlenmesini dolandyrmak.....	121
11.3. Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň tiristorly dolandyrylyşy.....	128
11.4 Fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň dolandyrylyşy.....	129
11.5. Sinhron hereketlendirijini dolandyrmak.....	134
11.6 Tiristorly özgerdijiler bilen oýandyrmak arkaly sinhron hereketlendirijileriň dolandyrylyşy.....	138
11.7 Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik tokly hereketlendirijiniň dolandyrylyşy.....	140
11.8. Yzygider oýandyrmaly hemişelik tokly hereketlendirijiniň dolandyrylyşy.....	141
11.9 Elektroýörediji we lifti awtomatiki dolandyrmaklygynyň çatgysy.....	142
11.10 Tiristorly göneldijili bilen hemişelik toguň hereketlendirijilerini dolandyrmagyň ulgamlary.....	145
Edebiýat.....	151