

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

A.Meredow

AWTOMATIZIRLENEN ELEKTROPRIWOD

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

A.Meredow, Awtomatizirlenen elektropriwod.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

SÖZBAŞY

Garaşsyz baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň “Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda” 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki zaman milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep- terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Hormatly Prezidentimiz ýygnaclarda, uly Döwlet maslahatlarynda milli maksatnamada göz önünde tutulan meseleleriň çözülişleri, durmuşa geçirilişini esasy üns merkezinde saklaýar. Milli maksatnamada ilaty elektrik energiýasy bilen üpjün etmegi gowulandyrmak barada önünde goýulan wezipeleri üstünlikli durmuşa geçirmek üçin, energetika ulgamlarynda işlejek ýokary bilimli hünärmenleri dünýä derejesinde taýýarlamak esasy mesele bolup durýar. “Elektrik üpjünçiligi”, “Senagat desgalarynyň we tehnologiýa toplumlaryň elektrohereketlendirilişi hem-de awtomatlaşdyrylyşy” hünärleri we beýleki energetiki ugurlar boýunça bilim alýan talyp ýaşlaryň Türkmenistanyň syýasy – ykdysady ösüşlerini göz önünde tutup, Watanymyzyň gülläp ösmegi, halkymyzyň hal – ýagdaýynyň gowulanmagy üçin ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamagyň esasy bolup durýanlygy aýdyňdyr.

Hususy soraglardan energiýany ösdürmegiň häzirki zaman çeşmeleriniň, ulgamlarynyň işleýşi, ulanylyşy, olary kämilleşdirmek baradaky meseleleri çözmäge mümkinçilik berýän talyplaryň nazary pikirlerini ösdürmek meselesi dersiň esasy bolup durýar.

Energetiki ulgamlaryň sazlaşykly işlemekleri, halk hojalygynda ýerlikli peýdalanmak, energiýany hasaba almak, energetiki resurslary ulanmaklygyň ähmiýetliligini, tygşytlylygyny talyplara öwretmek dersiň esasy tutýar. Häzirki döwürde ekologoki taýdan arassa, ykdysady taýdan arzan, konstruksiýasy boýunça ýönekeý energetiki enjamlary gurmaklygyň, peýdalanmaklygyň tehniki usulyýeti öwredilýär.

Elektrik we mehaniki enjamlar boýunça, şeýle hem umumy senagat maksatly mehanizmleri häzirki zaman elektropriwodlarynda ulanylýan shemaly çözümleriniň düşünjesini almak dersi öwrenmegiň maksady bolup durýar.

Dersi öwrenmegiň meselesi elektropriwod ulgamynyň esaslandyrylan saýlanmasy, elektropriwodlary dolandyryş shemasyny düzmek we okamak türgenlikleri eýelemekde bolýar.

GIRIŞ

Häzirki zaman senagat we oba hojalyk önümçiligi tehnologik prosesleriň köp düzlüligi bilen häsiýetlendirilýär. Olaryň amala aşyrylmagy üçin adam tarapyndan münlerçe dürli maşynlar we mehanizmler döredilen.

Mysal üçin, stansoklarda materiallaryň we önümleriň işlenilşi prokat stanoklarda, proseslerde şpindelleriň, beriş mehanizmleriň, supportlaryň, walkalaryň, basyş wintilleriň, ştamplaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Gaty materiallaryň, önümleriň, gazlaryň we suwuklyklaryň süşürilmegi, konweýerleriň, kranlaryň, liftleriň, ekskowatorlaryň, suw sorujylaryň, wentilýatorlaryň, kompressorlaryň ulanlmagy bilen amala aşyrylýar.

Bellemeli zat, şular ýaly we beýleki dürli maşynlar we mehanizmler şäher kommunal hojalygynda, lukmançylyk tehnikaşynda, hojalykda, aragatnaşykda, gurluşykda we ulagda ulanylýar.

Işçi maşyn (ýa-da önümçilik mehanizm) dürli biri-biri bilen bagly detallardanwe bölümlerden ybarat we olaryň biri berilen tehnologik prosesi ýa-da operasiýany amala aşyraný üçin ýerine ýetiriji organ diýip atlandyrylýar.

Işçi maşynlaryň köpüsine bir däl-de iki, ýa-da birnäçe biri-biri bilen baglanşykly ýerine ýetiriji organlar mahsus.

Mehanik hereket etmek bilen ýerine ýetiriji organ berlen tehnologik operasiýasny amala aşyrýar, ýagny detaly aýlaýar, guraly süşürýär.

Fizika dersinden bellii bolşy ýaly kuwwatyň, düýjün we wagtyň getirilmegi mehanik energiýany kesgitleýär. Ýerine ýetiriji organ tarapyndan tehnologik operasiýany amala aşyrmak üçin, oňa elektropriwod diýip atlandyrylan enjamdan belli bir mehanik energiýa eltilmeli.

Energiýanyň başga görnüşlerinden özgerdip, priwod mehaniki energiýany işläp çykarýar. Ulanylýan energiýanyň görnüşine baglylykda gidrawlik, pneumatik, ýyladyş we

elektrik priwodlar bolýar. Häzirki zaman senagat önümçiliginde, kommunal hojalygynda we beýleki pudaklarda elektrorpiwod has köp ulanylýar, ol ýurtda işläp çykarylýan elektrik energiýanyň 60% sarp edýär.

Elektropriwodyň giň göwrümünde ulanylmagynyň sebäbi, dürli görnüşli priwodlar bilen deňände onuň artykmaçlygy bardyr: elektrik energiýany sarp edende we onuň paýlanşy we energiýanyň beýleki görnüşlerine, şol sanda mehaniki energiýa özgerdilende has ygtybarly bolýar. Kuwwatlylygynyň hereket tizliginiň ýokary diapazonlylygy, gurluşynyň ony ýerine ýetiriş organy we işçi maşyn bilen tygşytly birikdirmäge we dürli şerlerde işletmäge ulanmaklyga amatlydyr, ýagny suwda, suwuklyklaryň we gazlaryň agresiw sredalarynda, kosmos giňişliginiň şertlerinde we ş.m. tehnologiiki prosessleri awtomatlaşdyrmagyň ýeňilligi; peýdaly täsir koeffisiýetiň ýokarylygy we ekologiki arassdalygy.

Häzirki zaman elektropriwodyň mümkinçiligi ylmyň we tehnikanyň bagly pudaklaryndaky ösüşleri ulanmaklygyň esasynda hemişe artýar, ýagny elektromaşyngurluşykda we elektroapparatgurluşygynda, elektrotehnikada we hasaplaýyş tehnikasynda, awtomatika we elektrotehnikada.

B I R I N J I B A P

ELEKTROPRIWODA GIRIŞME

1.1. Önümçilik prosessleriň awtomatlaşdyrmasy we elektrofikasiýaň esasy serişdesi ýaly elektropriwodlaryň häsiýetnamasy

Biziň jemgyýetimiziň maddy – tehniki esasyňy döretmek, häzirki jemgyýetiň uly ykdysady we sosial meseleriniň çözülmegi halk hojalygynyň hemme pudaklaryň doly elektrofisirilenmesiz mümkin bolmaýar. Onuň esasynda amala aşyrylýan önümçilik we tehnologik prosessleriniň kompleksleýin mehanizasiýasy we awtomatlaşdyrmasy zähmet şertlerini we işçileriň hem daýhanlaryň ýaşaýşyny gowlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Biziň ýurdumyzyň elektrofikasiýa meýilnamalara amala aşyrmakda esasy orny elektrik ýöretme tutýar, ol häzirki wagt iň dürli görnüşli önümçilik we transport mehanizmleriň, durmuş esbaplaryň, suw we gaz üpjünçilik gurulmalaryň, telewizion we kosmiki tehnikasynyň serişdeleriň medisini esbaplaryň we ş.m. getirijisiniň esasy görnüşini bolup durýar. Döwletde işlenip çykarylýan elektrik energiýanyň 60% gowragyny elektrik ýöretme sarp edýär.

Senagatyň esasy pudaklarynda-metallurgiýa, maşyn gurluşk, himiýa, gazyp alyş we başgalarda ýöredijileriň hemme görnüşleriniň umumy bellenen kuwwatynyň elektropriwodleriň bellenen kuwwatyna bolan gatnaşygy özünden emele getirýän elektrofikasiýa koeffisiýenti häzirki wagt 100% golaýlaşýar.

Üstünlik nokady. Bu ýöretmäniň beýleki mümkin bolan görnüşleriniň arasynda – ýylylyk, gidrawlik, pneumatik näme bilen düşündirilýär.

Elektrik energiýanyň belli üstünlikleri ýaýraýşyň we öndürlişiniň ýönekeýligi, onuň energiýanyň başga görnüşlerine öwürülmesiniň ýeňilligi bolup durýar.

Elektrik ýöretmäň indiki artykmaçlyklary bar:

1. Iň üýtgeşik kuwwatlarda we hereket tizlikde elektropriwodlaryň taýarlamak mümkinçiligi. Kuwwatlaryň aralygy wattyň yüzünji böleklerinden kWt on münlerçe çenli, aýlanma ýygylgynyň çäkleri – minutda okyň aýlawynyň böleklerinden minutda aýlawlaryň birnäçe yüz münlerçe çenli.
2. Iň üýtgeşik şertlerde işlemek üçin elektropriwodlary döretmek mümkinçiligi: suwuklyklaryň we gazlaryň agressiw sredasynda, giňişligi şertlerinde, ýokary we pes temperaturalarda we başgalar. Elektropriwodleriň konstruktiv ýerine ýetirilişiniň dürli-dürliligi elektropriwodlaryň işçi maşın bilen maksada laýyk birleşmesini amala aşyrmama mümkinçilik berýär.
3. Ýönekeý serişdeleriň kömegi bilen işçi maşynlaryň ýerine ýetiriji agzalarynyň (EEA) hereketiniň her-dürli we çylşyrymly görnüşlerini amala aşyrmak, şeýle hem hereketiň ugruny, onuň görkezijileriniň – tizligi, tizlenmegi üýtgemeklik mümkinçiligi.
4. Önümçilik we tehnologik prosessleriniň awtomatlaşdyrylmagynyň ýeňilligi, önümçiligi dolandyryş umumy awtomatlaşdyrylan ulgamsyna elektropriwodyň birleşdirilmesiniň ýönekeýligi.
5. Elektropriwodlaryň ýokary peýdaly täsir koeffisiýenti, ulanmakda berkligi, hyzmat edýän işgärler üçin amatl şertler, töwerekdäki sredany hapalamagyň bolmazlygy.

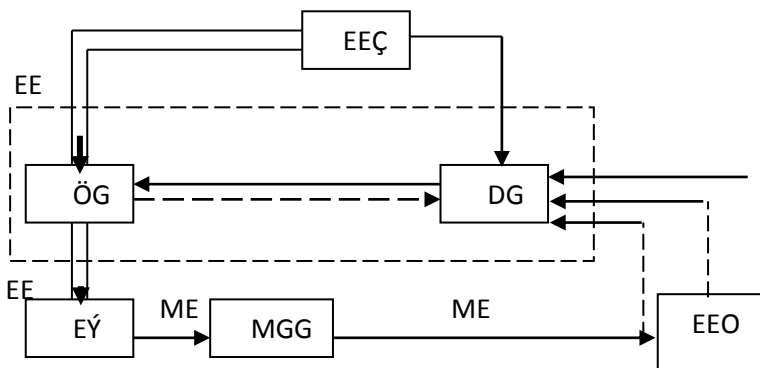
Hasaplaýyş tehnikaň mikroelektronikaň, p/p özgerdijileriň, elektrik maşynlaryň aparatlaryň we başga elementleriň dürli serişdelerniň öz watanmyzyň senagatynyň işläp düzmegi we seriýaly çykarmagy wajyp ýagdaýdyny belläliň. elektropriwodlaryň watomatlaşdyrylmasy onuň çalt ösmegine, kämilleşmegine we halk hojalygynyň hemme pudaklarynyň kompleksleýin mehanizirlendirmesiniň we awtomatlaşdyrylmagynyň esasy serişdesine öwrülmesine ýardam berýär.

1.2. Elektropriwoda düşünje

Işçi maşynyň ýerine ýetiriji agzalaryny herekete getirmek we bu hereketi dolandyrmak üçin niýetlenen elektropriwod, özgerdiji, geçiriji we dolandyryjy gurulmalardan ybarat bolan elektromekanik ulgam elektrik ýöretme diýip atlandyrylýar.

Bu işleri ýerine ýetirmek üçin elektropriwod elektrik energiýanyň çeşmesinden (EEY) alynýan elektrik energiýanyň hasabyna mehaniki energiýany işläp çykarýar. Elektropriwodlaryň işläp çykarýan mehaniki energiýasy (ME) işçi maşynlaryň we mehanizmleriň dürli ýerine ýetiriliş organlaryna ugradylyr (trasportýoryň ýa-da konweryň lentasy, tokar stanogynyň şpindeli, nasosyň pyrlawyjy (krylçatka), prokat ýasaýan stanyň okjagazy, liftiň kabinasy, radioteleskopyň antenasy we başgalar) we ýerine ýetiriliş organlaryň işleýşleriniň ýagdaýlarna bolan tehnologik talaplara laýyklykda serur bolanda sazlanýar.

Alnan energiýanyň hasabyna ýerine ýetiriliş organlar önümçilik we tehnologik operasiýalary, ýükleri geçirmek, bölekleriň işläp bejermegini, gazy ýa-da suwuklygy transportirlenmegi, asman jisimleri yzarlamagy ýerine ýetirilmeginiň üpjün edilmegi bilen talap edilýän mehanik hereketi edip geçýär.



1.1-nji çyzgy. Elektropriwodyň gurluş shemasy.

Islendik elektrik ýöretmäň esasy, elektrik energiýanyň mehaniki energiýa öwürlmegini üpjün edýän elektropriwod (EÝ) gurulmasy bolup durýar.

Içşi maşynyň ýerine ýetiriji organ we elektripriwod hereketlerini ylalaşdyrmak üçin, mehanik energiýanyň elektropriwod işläp çykarýan görkezijileriniň üýtgemegini üpjün edýän mehanik geçiriji gurulma (MGG) gullyk edýär. ýerine ýetiriji organyň we mehanik geçiriji gurulmanyň elektropriwod (toror) hereket edýän bölegi elektrik ýöretmäň mehanik bölegni bolup getirýär. Köplenç ýagdaýlarda mehanik geçiriji gurulma bolmaýar we elektropriwod gös-göni ýerine ýetiriji organ bilen birleşýär. Elektropriwod mehanik energiýasyny elektrik özgerdiji gurulmaň (ÖG) üstünden elektrik energiýanyň çeşmesinden (EEY) elektropriwod eltilýän elektrik energiýanyň hasabyna işläp çykarýar. ÖG-ň maksady ýerine ýetiriji organyň mehanik hereketini dolandyrmak üçin elektrik energiýanyň çeşmesinden elektropriwod gelýän elektrik energiýanyň görkezijilerini sazlamada we özgertmede bolup durýar.

Energýany özgertme prosessiň dolandyrylmasy, ýerine ýetiriji organyň ýa-da elektrik ýöretme mehanik hereketiniň hakyky görkezijileri, energiýanyň özgerme prosessi barada maglumatlary bar bolan dürli goşmaça elektrik signallary we (I_1) tabşyryjy signalyň funksiýasynda (I_g) dolandyryjy signaly (kä wagt ony girizme ýa-da ornaşma signaly diýip hem atlandyrylýarlar) işläp çykarýan (DG) dolandyryjy gurulmaň kömegi bilen amala aşyrylýar. Bu signallaryň ulanylmagy (I_1) önümçilik mehanizmleriň amatly iş ýagdaýyny almana, elektrik ýöretmäň işlemeginde goragy we gorawlaýjy berkitmäni (blokirowkany) üpjün etmäge ýol berýär. Bu signallary laýyk gelýän datçikler bilen işläp çykarýarlar. Özgerdiji we dolandyryjy gurulma sarymlar bilen bilelikde elektrik ýöretmäň elektrik bölümni düzýän (DS) dolandyryş ulgamsyny emele getirýär.

1.3. Elektrik ýöretmäň funksiýalary

Biziň bilişimiz ýaly, jemgyýetiň durmuşynyň şu günki önümçiligiň, transportyň, aragatnaşygyň, durmuş tehnikasynyň serişdeleriniň ösüşiniň ýokary derejesi bilen häsiýetlendirilýär. Adamzadyň ösüp barýan talaplaryny üpjün etmek üçin ýüz müň işçi maşynlar, önümçilik we durmuş mehanizmler, galdyryş – transport serişdeler we başgalar döredilýär, işlenip çykarylmany we kämilleşdirilmegi dowam etdirilýärler. Olar g maddalary gaýtadan işleýärler we dürli önümleri taýarlaýarlar; materiallary we önümleri, şeýle hem adamlary ondan-oňa geçirýärler; suwuklyklaryň we gazlaryň geçirilmesi: adamlaryň durmuşyny üpjün etmek; peýdaly gazyp almalary işläp düzmek; kömekçi operasiýalary amala aşyrýarlar; tele- we radiobaglanyşyk bilen üpjün edýärler; maddalary we önümleri synagdan geçirýärler.

Işçi maşynlaryň we mehanizmleri funksionirlemek üçin olaryň synag agzalaryna ýöretmeden mehanik energiýa eltilen bolmaly, munuň hasabyna hem onuň hereketi her dürli bolup bilýär – aýlanýan bir ugurly (nasosyň we wentilýatoryň pyrlawajy, frezer stanogyň frezasy) we ters hereketli (prokat stanyň basylyşy, tokar stanogyň şpindeli), güýjeýän bir ugurly (transportoryň lentasy, konweer zynjyry) we ters hereketli (ýonuýy stanogyň stoly, galdyryjy mehanizmler), şeýle hem güýjeýän - gaýtarmaly (ýranýan mehanizmler, pressler). Kä wagt bu hereketler birnäçe tikizliklerde birden bolup geçýän bolmaly – radioteleskopyň antennasy, manipulýatoryň we robotyň “elleri”, ekskawatoryň susgusy.

Tehnologik enjam işlände goraw, gorawlaýjy berkitme we signalizasiýa bilen üpjün etmek elektrik getirmä tabşyrylan wajyp funksiýa bolup durýar.

1.4. Elektropriwodlaryň klasifisirleşi

Elektropriwodlaryň klasifisirlenmesi köplenc dolandyrylýşyň derejesi we hereketiň görnüşi boýunça, elektrik

we mehanik geçiriji gurulmalaryň görnüşi boýunça, ýerini ýetiriji agzalara mehanik energiýany geçirmek usuly we başga amala aşyrylýar.

I. Hereketiň görnüşi boýunça:

1. Aýlanýan bir ugurly hereketli elektrik getirme.
2. Aýlanýan ters hereketli EG.
3. Güýjeýän bir ugurly we ters hereketli EG.
4. Güýjeýän gaýtarmaly hereketli EG.

Bu hereketler üznüksiz bolşy ýaly, üzňe-üzňe hereketli hem bolup bilýärler.

II. Ýagdaýy we tizligi sazlama esaslary boýunça:

1. Sazlanmaýan (ýerine ýetiriji organlar bir hemişelik tizlik bilen herekete getirilýärler).
2. Sazlanýan elektrik ýöretme (ýerine ýetiriji organyň hereket tizligi tehnologik prosessiň talaplaryna laýyklykda üýtgeýär).
3. Yzarlaýjy elektrik ýöretme (erkin üýtgeýän ýumuş signala görä ýerine ýetiriji organyň süýşmesi).
4. Programma – dolandyrylýan elektrik ýöretme (tabşyrylan programma laýyklykda).
5. Adaptiw elektrik ýöretme (awtomatlaşdyrylan elektrik ýöretme iş şertleri üýtgände ýerine ýetiriji organyň optimal hereket düzünini üpjün edýär).
6. Pozision elektrik ýöretme (işçi maşynynyň ýerine ýetiriji organyň ýagdaýyny sazlamagy elektrik getirme üpjün edýär).

III. Mehanik geçiriji gurulmaň görnüşi boýunça.

1. Reduktorly elektrik getirme.
2. Reduktorsyz elektrik getirme.

IV. Elektrik özgerdiji gurulmaň görnüşi boýunça.

1. Wentil elektrik getirme (elektrik energiýanyň teristor we tranzistor özgertmesi).
2. Göneldiji – ýörediji dolandyryş ulgam (FÝD). Hemişelik toguň wentilli elektrik getirmesi, sazlanýan göneldiji özgerdiji gurulma bolup durýar.

3. Ýygýlyk – öýrediji özgertme (Ý-ÝÖ) ulgam. Ýygýlyk ýzgerdiji sazlama – wentilli elektrik ýöretmäni sarama.
4. Generator - ýörediji (G-Ý) we magnit güýçlendiriji – ýörediji (MG-Ý) ulgam. (PMU we MU).

V. Mehanik energiýany ugrutma usuly boýunça.

1. Şahsy elektrik ýöretme işçi maşynyň her bir ýerine ýetiriji organyň öz aýratyň ýöredijisi arkaly herekete getirmek bilen häsiýetlenýär.
2. Özara baglanyşykly elektrik ýöretme – bu iki ýa-da birnäçe elektriki ýa-da mehaniki özara baglanyşykly elektrik ýöretmeler.
3. Toparlaýyn elektrik getirme bir hereketden bir ýa-ýada birnäçe işçi maşynlaryň birnäçe ýerine ýetiriji organy herekete getirme bilen häsiýetlendirilýär.

IKINJI BAP

ELEKTROPRIWODYŇ MEHANIKA

2.1. Elektromekanika hereketiniň deňlemesi

Mehanik hereket ýöredijiň okyndan ýerine ýetiriji organ, dürli mehanik elementleri (şesteriýa, tanaplar, oklar, ilişme muftalary, şkiwlar we başg.) öz içine alýan, mehanik geçiriji gurulmalaryň (MGG) kömegi bilen geçirilýär. Biziň bilişimiz ýaly mehanik hereketiň analizi belli bir düzgünlerden alynýan elektrik ýöretmäň hasap shemalarynyň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Elektrik ýöretmeleriň bölekleriniň mehanik hereketi elektro mehanikanyň kanunlarynyň kömegi bilen beýan edilýär. Fizikaň kursundan belli bolşy ýaly, maddy jisimiň hereketi Nýutonyň ikinji kanuny bilen kesgitleýär.

Gozganmaýan okyň daşyndan aýlanýan gaty jisim üçin.
Aýlanma hereketli

$$\sum \vec{M} = J \frac{d\vec{\omega}}{dt} \quad (2.1)$$

Güýjeýän hereket üçin

$$\sum \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (2.2)$$

Nirede $\sum \vec{M}$, $\sum \vec{F}$ jisime täsir edýän güýçleriň ýa-da momentleriň wektor jemleri.

J-inersiýa momenti

m- jisimiň agramy

ω - burç tizligi

v- jisimiň tizligi (göni çyzykly tizlik)

$$\frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\varepsilon} \quad \text{aýlanýan jisimiň burç tizlenmesi}$$

$$\frac{\vec{dv}}{dt} = \vec{a} \quad \text{güýjeýän hereketiň tizlenmsi.}$$

Bu deňlemeler (2.1 we 2.2) elektropriidýň häsiýetini anyk kesgitlemäge mümkinçilik berýärler. Egerde

$\vec{\Sigma M} \neq 0, \vec{\Sigma F} \neq 0$ bolsa, onda elektrik ýöretme hereketi tizlenme bilen amala aşyrýar ýöretme kesgitlenen tizlik bilen hereket edýär we ýa-da hereketsizlik ýagdaýynda ýerleşýär.

$$\vec{\Sigma M} = 0, \vec{\Sigma F} = 0 \quad (2.3)$$

Belli bolşy ýaly ýöretmäniň mehanik böleginiň elementi biri biri bilen mehaniki baglanyşykly we ýöredijiden ýerine ýetiriji organ ýeke kinematik zynjyry emele getirýär. Her bir elementiň öz hereket tizligi bar we agram ýa-da inersiýa momenti, şeýle hem oňa täsir edýän momentleriň ýa-da güýçleriň jemi bilen häsiýetlenýär. Hasap edilende kinematik shema, hereketi görülip geçilýän element esasy bolup durýan hasaplanýan energetik shema bilen çalşyrylýar. Elektriň ýöretmäniň hereketiniň deňlemesi skalýar görnüşde (jisim gozganmaýan okuň daşyndan hereket edende ýa-da jisimiň göni çyzykly okuň ugrunda güýjeýän hereket edende hemme wektor ululuklary bir okuň ugrunda gönükdirilen), onda olaryň ýerine skalýar ululyklary ulanyp bolaýr.

$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \quad (2.4)$$

$$\vec{M} + \vec{M}_c = J \frac{d\omega}{dt} \text{ wektory}$$

nirede

$$M_{din} = J \frac{d\omega}{dt} \quad (2.5)$$

dinamiki moment

M_c – ýöredijiň pkuna getirilen ýüklenme (garşylyk) momenti.

M – ýöredijiň momenti.

Bizde üç ýagdaý bolup biler.

- 1) Haçanda $M > M_c$ – elektrik ýöretmenäň tizlenmesiniň ýeri bar.
- 2) Egerde $M < M_c$ – haýallaşma bolup geçýär.
- 3) $M = M_c$ ýa-da

$$J \frac{d\omega}{dt} = 0 \quad \text{ýagdaýy durnuklaşdyran.}$$

Elektrik getirmän hereketi iki ýagdaýlarda bolup geçip bilýär-durnuklaşan, hereket tizligi ýütgewsiz bolanda

$$(J \frac{d\omega}{dt} = 0) \quad \text{we geçiş (dinamiki),}$$

tizliginiň üýtgemegi bilen häsiýetlenýän. Durnuklaşdyrylan ýagdaýy ýerine ýetiriji agzanyň we dwigateliň mehaniki häsiýetnamalarynyň kömegi bilen grafikda barlanýar.

Aýlanma hereketiň dwigateliň mehaniki häsiýetnamasy diýip, onuň okunyň burç tizliginiň öz güýçlendirýän momentinden $\omega(M)$ bolan baglylygy atlandyrylýar.

$$\omega = f(M) \quad (2.6)$$

Ýöredijiň güýjeýän hereketi üçin MH özünden ýöredijiň tizliginiň onuň ösdürýän güýjenmesine v (F) bolan baglanyşygy emele getirýär.

$$v = f(F) \quad (2.7)$$

Mehaniki häsiýetnamalar tebigy we emeli bolýarlar.

Tebigy diýip goşmaça elementleriň ýöredijileriň elektrik zynjyrlarynda bolmazlygy we iýmitlendiriji güýjenmäniň nominal ululyklaryna ýöredijiň birleşdirilmesiniň esasy shemasyna laýyk gelýän dwigateliň mehaniki häsiýetnamany atlandyryýarlar.

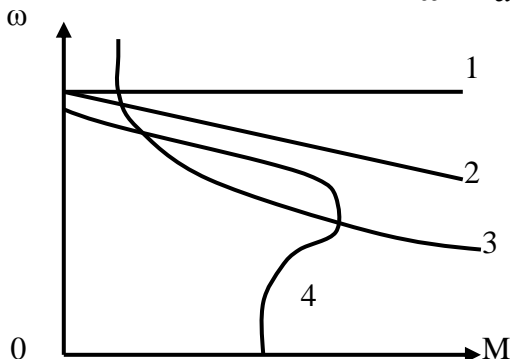
- 1- sinhron ýöredijiniň ($\beta = \infty$)
- 2- parallel we bagly bolmadyk oýandyрмаň hemişelik togunyň ýöredijisi.

3- yzygider oýandyrmanyň hemişelik togunyň ýöredijisi.

4- asinhron ýörediji.

MH-ň dikligini bahalatmak üçin mehanik häsiýetnamanyň berkligi düşünje girizilýär.

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = \frac{dM}{d\omega}$$



2.1-nji çyzgy. Tebigy dwigateliň mehaniki häsiýetnama.

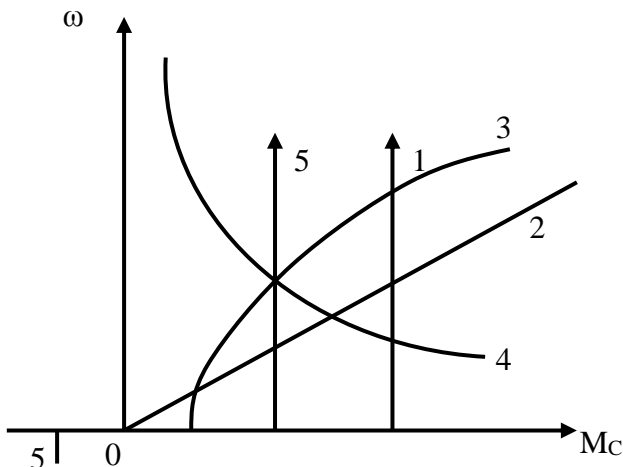
Elektropriwod gurulmanyň togundan elektropridyň tizliginiň

$$\omega = f(I) \quad (2.8)$$

bolan gatnaşygy elektromehanik häsiýetnama diýip atlandyrylýar.

Hereket tizliginiň momentden ýa-da güýçlenmeden bolan baglylygyna işçi maşynyň ýerine ýetiriji organyň mehaniki häsiýetnamasy diýilýär.

$$\omega = f(M_c) \quad \text{ýa-da} \quad v = f(F_c) \quad (2.9)$$



3.2-nji çyzgy. Ýerine ýetiriji organyň mehaniki häsiýetnamasy.

Bu ýerde: 1-Galdyrma mehaniki häsiýetnama (dürli) galdyryş mehanizmleriň aktiw momentleri;

2-göni çyzykly ulalmak häsiýetnama, hemişelik toguň generatoryň ýöretmsinde bagly bolmadyk oýanadyrmaly, egerde soňkysy hemişelik daşky rezistorda işlese;

3- çyzykly däl mehaniki häsiýetnama (wentilýator, kompresor, tüsse soryjylar);

4-çyzyksyz peselýän häsiýetnama (tokar, freýer, dürli soraýjy gurulmalar);;

5-egri çyzygyň esasan sürtülme güýçleri (gury sürtülme) bilen emele gelýän hereketde garşylyk. (Reaktiv momentler), stanoklary berýän mehanizmler: gorizonta konweerlar we transportýorlar, galdyryjy kranlaryň süýşme mehanizmleri.

Kadalaşan hereketleri grafik usuly bilen dwigateliň mehaniki häsiýetnama we şerine ýerine ýetiriji organyň mehaniki häsiýetnamalarynyň grafyklary ylaýyklyk kesgitläp bolýar. Olaryň kesime nokady kadalaşan hereketiň nokady bolýar, sebäbi bu nokatda $M=M_c$ we $d\omega/dt=0$ (Bu işçi maşynyň

we ýöredijiň bilelikde işlemekleriniň mümkinçiligini barada aýdýar).

Dwigateliň mehaniki häsiýetnamanyň dikligini bahalandyrmak üçin gatylyk düşünje girizilýär, ýagny

$$\beta = dM/d\omega \approx \Delta M / \Delta \omega$$

$\beta = \infty$ - sinhron maşyn üçin (has gaty)

β - asinhron dwigatel üçin

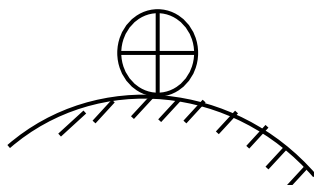
β_c - ýerine ýetiriji organ üçin

a) Durgun



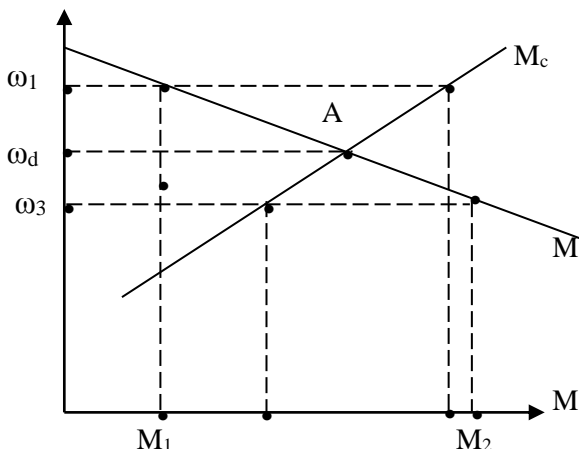
2.3-nji çyzgy. Kadalaşan hereketik görkezijileri kesgitlemek

b) Durgun däl



2.4-nji çyzgy. Mehaniki hereketiň durnuklaşmagyny kesgitlemek

- 1) $M < M_c$ – söňýär
- 2) $M > M_c$ – güýjenýär.



2.5-nji çyzgy.

Hereketiň durnuklygy

$$\frac{\Delta M}{\Delta \omega} < 0$$

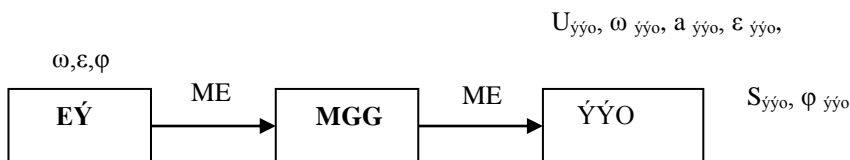
$\beta - \beta_c < 0$ ýa-da $\beta < \beta_c$ $\beta_c = 0$

1) 1(A) nokad üçin $\beta < 0$

2) 2 (B) nokad üçin $\beta > 0$

2.2. Elektropriwodyň koordinatlaryny sazlama barada düşünje

Dürli ýerine ýetiriji organlaryň hereketiniň talap edilýän häsiýetini elektropriwodyň nähili üpjün edýär, bunun üçin elektropriwodyň mehanik böleginiň shemasyny görüp geçeliň.



2.6-njy çyzgy. Elektropriwodyň mehaniki böleginiň shemasy.

ω -burç tizligi
 ϵ -burç tizlenme
 φ -elektropriwodň okunyň burç ýagdaýy
i -geçiriji san.
 p-GGM-ň getirme radiusy
 v_{EEA} -göni çyzyjkly tizligi
 ω_{yyo} -burç tizligi
 a_{yyo} -göni çyzykly tizlenme
 ϵ_{yyo} -burç tizlenme
 s_{yyo} -göni çyzykly ýagdaýy
 φ_{yyo} -burç ýagdaýy
 Egerde bu hereketleriň gatnaşyklarny alsak.

$$\omega_{yyo} = \frac{\omega}{i} \quad ýa - da \quad v_{yyo} = \omega p \quad (2.10)$$

Bu görkezilenlerden, tizligi sazlamagyň mümkin bolan iki usuly bardygy görünip dur:

- 1) i , $p = \text{var}$; $\omega = \text{const}$ -elektropriwodň sazlanmaýan tizliginde (ýa-da sazlamanyň mehaniki usuly) p getirme radiusly ýa-da sazlanýan i geçiriji sanly GGM-ny ulanmak.
- 2) $\omega = \text{var}$; i , $p = \text{const}$ - GGM-ň üýtgemeýän ululyklarynda elektropriwodň w tizligini tizligini sazlamak (ýa-da sazlamagyň elektrik usuly).

Birinji usul, mehaniki diýip atlandyrylýar, elektropriwod ösüşiniň irki döwründe ulanylan, awtomatlaşmasynyň çalşyrymlylygy we ýokary bolmadyk berkligi, ululygy bilen tapawutlanýan sazlanýan geçirmeleriniň ulanmaklygyny talap edýär (wariatorlar we tizlikleriň korobkalary).

Ikinji usul – elektrik; bunda ýerine ýetiriji organyň hereketini sazlama funksiýalaryny ýörediji we onuň dolandyryş ulgamy ýerine ýetirýär. Bu elektropriwodyň işiniň tehniki-ykdysady görkezijilerini gowlandyrmana we olary awtomatlaşdyrmagy üçin amatly şertleri döretmäge mümkinçilik berýär. Birnäçe işçi maşynlar üçin (mysal üçin, metalkesiji stanoklar) öz içine aýdylan iki usuly hem alýan, tizligi sazlamagyň kombinirlenen usuly ulanylýandygyny belläp geçmeli.

Elektrik usuly bilen tizlik sazlananda ýerine ýetiriji organyň göni çyzykly aýýo we burç Eýýo tizlenmesiniň göni çyzykly Sýýo we burç φ_{EEA} ýagdaýynyň sazlamagy ýetilýär, onda bu gatnaşyklar dogry bolar:

$$a_{ýýo} = \rho \varepsilon; \quad \varepsilon_{ýýo} = \frac{\varepsilon}{i} \quad (2.11)$$

$$s_{ýýo} = \rho \varphi; \quad \varphi_{ýýo} = \frac{\varphi}{i} \quad (2.12)$$

bu ýerden, GGM-ň üýtgemeýän ululyklarynda φ okuň ýagdaýy we E hereket burç tizlenmäni üýtgemek (sazlamak) bilen ýerine ýetiriji organyň hereketiniň laýyk gelýän üýtgeýänlerini sazlamagy amala aşyryp bolýandygyny görýäris.

EÝ-ň teoriýasynda ýöredijiň işini häsiýetlendirýän (tizlik, tizlenme, okuň ýagdaýy, moment, tok, kuwwat, magnit akymy we başg.) mehaniki, elektriki magnit üýtgeýänleri köplenç koordinatalar diýip atlandyrýarlar. Kuwwat olary elektropriwyň sazlanýan ululyklary diýip hem atlandyrýarlar,

diýmek ýerine ýetiriji organyň hereketini dolandyrmak elektropriwodň koordinatalary (üýtgeýänlerini) sazlamagyň hasabyna elektrik usuly bilen amala aşyrylýar.

Diýmek, elektropriwodlaryň koordinatlary sazlamak ýerine ýetiriji organyň kadalaşan hereketiniň bolşy ýaly, kadalaşmadyk hereketiniň hem dolandyrylşy üçin amala aşyrylýar. Iki goňşy duralgalaryň aralygyndaky ýolagçy liftiň hereketiniň grafigini görüp geçeliň, grafikda baş bölüm bar:

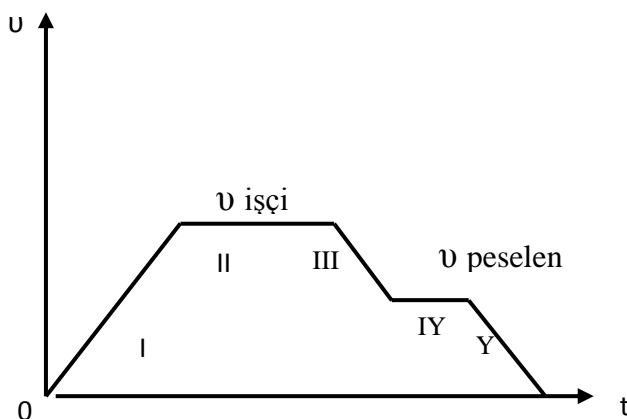
I - kabinanyň hereketiniň işçi tizligine v_p çenli başlanmasy.

II - kabinanyň v_p tizlikli kadalaşan hereketi.

III - peselen v_p hereket tizligine çenli kabinanyň duruzulmasy.

IV – v_r bilen gysga wagtlý hereket

V – kabinanyň doly duruzulmasy



2.7-nji çyzgy. Liftiň kabinasynyň hereketiniň diagrammasy.

Netije, EÝ köplenç bir wagtyň özünde birnäçe koordinatlary sazlamagy üpjün etmeli: tizlik, tizlenme, ýerine ýetiriji agzanyň ýagdaýy.

2.3. Elektropriwodyň tizligini sazlama

Işçi maşynlarynyň we mehanizmleriniň ýerine ýetiriji organyň hereket tizligini sazlamak maksady bilen ýöredijini tizligini bejbury üýtgemek, tizligi sazlamak bolup durýar. Hereket tizligi sazlamak (HTS) diýip berlen derejede tizligi saklamaklyga düşünilýär. Sazlama iku usul bilen amala aşyrylýar:

- 1) – parametr usuly
- 2) – ýapyk ulgamda (ÖG), özgerdiji gurulma.

Parametr usuly-sazlanmasy, dürli goşmaça elementler: rezistorlaryň

kondensatorlaryň induktiwlikleriň birleşdirilmeleriniň hasabyna iýmitlendiriji güýjenmäniň ýa-da ýöredijilerik elektrik zynjyrlarynyň nähilidir bir ululyklarynyň üýtgemesi bilen ýetilýär. Tizligi sazlama hili gaty ýokary däl.

Ýöredijä eltilýän güýjenmäniň ýa-da ikisiniň hem üýtgemegi bilen köplenç täsir etmek amala aşyrylýan ýapyk ulgamda tizligiň sazlanşy ýokary. Bu maksat üçin hemişelik we üýtgeýän toguň dürli güýç özgerdijileri gulluk edýärler (ÖG).

Elektropriwodyň tizligini sazlama alty sany esasy görkezijiler bilen häsiýetlendirýärler:

1. Üýtgame aralygy -maksimal max tizligiň minimala min bolan gatnaşygy bilen kesgitlenýär.

$$D = \omega_{\max} / \omega_{\min}$$

prokat stanlary- $D=20 \div 50$ stanoklar – $D=3 \div 4$ den $50 \div 1000$ çenli we ýokary kagyz bölekli maşynlar – $D=20$

2. Tizligiň üýtgemeginiň ugry alynýan emeli häsiýetnamalaryň tebigylara görä tebigylardan aşakda ýa-da ýokarda ýerleşmegi bilen kesgitlenýär. Emeli häsiýetnamalaryň ýerleşmesi tebigylardan ýokary bolşy ýaly pes hem bolanda iki çäkli diýip atlandyrylýan üýtgemäni kesgitleýär.

3. Tizligiň üýtgemeginiň endyganlygy berlen aralykda alynýan emeli häsiýetnamalaryň sany bilen kesgitlenýär. Olaryň näçe köp boldugyça, şonçada tizligi üýtgemeklik endygan bolup geçer. Iki ýakyndaky häsiýetnamalara tizligiň gatnaşygy bolşy ýaly ýerleşýän koeffisiýent bilen endiganlyk bahalandyrylýar.

$$K_{en} = \omega_i / \omega_{i-1}$$

nirede ω_i we ω_{i-1} - i we (i-1) emeli häsiýetnamalardaky tizlikler.

- Üýtgemegiň iň uly endiganlygy güýjenmäniň we ýygylgyň özgertmelerni ulanmak bilen ýapyk ulgamlarda ýetilýär.
4. Tizligiň durnuklylygy okda üýklenme momenti üýtgände ýöredijiň tizliginiň üýtgemegi bilen häsiýetlenýär. Ýöredijileriň hemme esasy görnüşlerinde (sinhronydan başga) ýapgyt mehaniki häsiýetnamalar bar, netijede üýklenme ýokarlarda tizlik peselýär.
5. Tizligi sazlamagyň tygşytlygy AEÝ-ňi döretmeklige we ulanmaklyga maýa çykdajylary bilen häsiýetlenýär. Ýöretmäniň τ peýdaly täsir koeffisiýet we kuwwatyň ΔP ýitgileri, bu ululyklar gatnaşyk bilen baglanşan

$$\tau = P_2 / (P_2 + \Delta P) \quad (2.13)$$

P_2 - peýdaly kuwwat

P_1 – eltilýän kuwwat

$P_1 = (P_2 + \Delta P)$

Ortaça ölçeglenen – bu saslama döwürde peýdaly täsir joeffisiýentynyň dürli tizlikler bilen ýöredijiň işleýşi.

$$\eta_{oö} = \sum_1^n P_{2i} \cdot t_i / \sum_1^n (P_{2i} + \Delta P_i) t_i \quad (2.14)$$

Nirede P_{2i} , ΔP_i , t_i – laýyklykda peýdaly kuwwat, kuwwat ýitgisi tizlikde ýöredijiň iş wagty.

N – tizlikleriň sany

Tizligi sazlama kuwwatyň koeffisiýentiniň başga bir wajyp ykdysady görkezijisi bilen bahalandyrylýar.

$$\cos \varphi = P / \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.15)$$

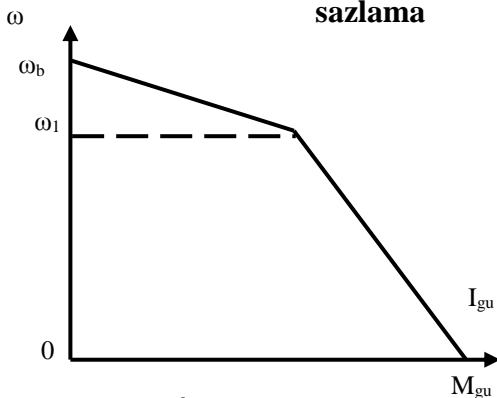
P – aktiw Q – reaktiw

Peydaly täsir koeffisiýenti bilen meňzeşlikde iş döwri üçin kuwwatyň ortaça ölçeglenen koeffisiýent

$$\cos \varphi_{o\ddot{o}} = \sum_1^n P_i t_i / \sum_1^n \sqrt{P_i^2 t_i + Q_i^2 t_i} \quad (2.16)$$

6. Ýöredijiň mümkin bolan üýklenmesi ýöredijiň (çäkleyin) ýokary bolmadyk ýagdaýyndaky şeýle bir üýklenme momentine laýyk. Tebigy häsiýetnamada işlände şeýle üýklenme, ýöredijiden nominal tok akmagyndaky we onuň gyzmagy çäklenene deň bolmagyndaky nominal moment bolup durýar. Şeýle hem ýöredijiň sowama ýagdaýy täsir edýär.

2.4. Elektropriwodyň momentini, toguny we ýagdaýyny sazlama



EEA-ň tizlenmesi

$$\varepsilon_{\varepsilon ai} = \frac{\varepsilon}{i}$$

$$a_{\varepsilon ai} = \varepsilon \varphi$$

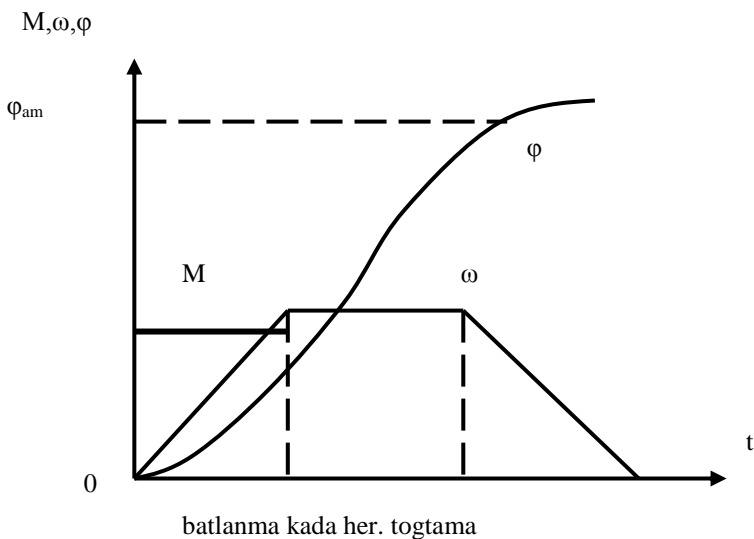
2.8-nji çyzgy. Ýapyk ulgamda tokdan we momentden tizligi sazlama (eksowator häsiýetnamasy).

Işlenip taýarlanýan madda (zatda) dartylmany sazlama.

Ýerine ýetiriji organyň ýagdaýyny sazlama ýapyk we ýazdyrylan ulgamlarda elektropruwodň okunyň ýagdaýyny sazlama ugry bilen daýyny sazlama ugry bilen çözülýär. Esasy talaplar giňişligiňe ýa-da tizligiň berlen nokadyndan olary talap edilýän anyklykda gurmagy üpjün etmekde gurmagy üpjün etmekde bolup durýar, köplenç ýagdaýlarda – olaryň hereketiniň talap edilýän häsiýetini üpjün etmekde.

Ýazdyrylan elektropruwodda ýagdaýy sazlama köplenç çetki ýa-da ýol öçürijileriň kömegi bilen üpjün edilýär (mysal üçin, liftlaryň kobinasynyň durmagynda). Ýagdaýy boýunça ters baglanşykly ýapyk elektropruwod sazlamanyň ýokary anyklygyny üpjün edýär.

Ulgam awtomatiki duruzmanyň başyna signaly işläp çykarýar we ýerine ýetiriji organyň durmasy görkezilen anyklygyny üpjün edýär.



2.9-njy çyzgy. Ýagdaý sazlananda hereketiň talap edilýän grafigi.

M- moment
 w-burç tizligi
 φ – burç ýagdaýy
 $\varphi_{\text{çet}}$ –çetki nokadyň ýagdaýy

Haçanda $\varphi = \varphi_{\text{çet}}$, w we M nola deň bolanlarynda, EEA-ň hereketsizlik ýagdaýyna laýyk bolanda.

2.5. Elektropriwodyň iş tertipleri

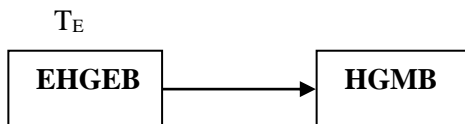
Kadalaşan ýagdaý elektropriwodlaryň hemme mehaniki koordinatalary (üýtgeýänler) wagtda üýtgemeyänlikleri bilen häsiýetlenýär, ýagny hereketsizlik ýagdaýy, haçanda hemme koordinatalar we olaryň esasy dälleri (ýasamalary) nola deň bolanlarynda. Elektropriwodlaryň kadalaşan ýagdaýyna onuň hemişelik tizlikli hereketi gatnaşýar.

Geçiş (üýtgeýän) ýagdaýyň, haçanda elektropriwodlaryň mehanik koordinatalarynyň ýasamalarynyň biri noldan tapawutly bolanda ýeri bar. Geçiş ýagdaýyň elektropriwodlaryň bir kadalaşan ýagdaýdan başga geçmeginde ýeri bar.

Elektropriwod üçin umumy geçiş prosess işe goýberme, rewers, duruzma, üýklenmäni düşürme we artdyрма, tizligi sazlama bolup durýar.

Elektropriwodlaryň geçiş prosesslerinde elektrik bölek we mehanik bölek bar.

EÝEB-ne dolandyryş ulgamnyň hemme bölekleri we ýöredijiň elektrik bölegi (onuň sarymlary) gatnaşýarlar, EÝMB-ne – mehaniki herekete gatnaşýan hemme elementler (bölekler) şol sanda hem ýöredijiň rotory.



2.10-njy çyzgy. Elektropriwodlaryda geçiş prosessleriň klassifisirlenişi.

T_e –elektropriwodlaryň elektrik böleginiň inersiýalygyny häsiýetlendirýän wagtyň elektromagnit hemişeligi.

T_M – elektropriwodlaryň mehanik böleginiň inersiýalygynyň ölçegi bolup durýan wagtyň elektromehanik hemişeligi.

Egerde $T_M \gg T_e$ – mehaniki klass $T_M = T_e$ – elektromehaniki geçiş ýagdaýlary. Geçiş ýagdaýlaryň grafigini gurmak üçin şular gerekli:

1. Görülip geçilýän geçip ýagdaýyň görnüşi (işe goýberme, duruzma, rewers, häsiýetnamadan häsiýetnama geçmek, ýüklenmäni düşürme we artdyрма).
2. Koordinatalaryň başlangyç we soňlaýjy bahalary. Bu berilen maglumatlar geçiş ýagdaýlaryň başlangyç we soňlaýjy nokatlary ýerleşen statiki häsiýetnamalaň kömegi bilen kesgitlenýärler.
3. EÝ-ň görkzijileriň belli bolmaly (elementleriň güýçlendirme) koeffisiýenti we olaryň wagt hemişelikleri. Bu berilen maglumatlar elementleriň gurлуşy we olaryň häsiýetnamalary bilen kesgitlenýärler.

2.6. Elektropriwodlaryň dolandyрма ulgamlary gurmagyň umumy esaslary

Biziň bilişimiz ýaly, awtomatizirlene elektropriwodlaryň teoriýasynda koordinatalary sazlama ýerine ýetiriji organlaryň hereketini dolandyrmak maksady bilen amala aşyrylýar. Bu prosessiň amala aşyrylmasy güýç özgerdijiden (GÖ) we dolandyryş gurulmadan (DG) ybarat bolan dolandyryş ulgamnyň (DS) kömegi bilen elektrik ýöredijä maksatlylyk täsir etmek bilen ýerine ýetirilýär.

Dolandyryş ulgamlaryň bütin toplumny awtomatlaşdyrlan we awtomatlaşdyrylmadyklara bölüp bolýar.

Öz gezeginde awtomatlaşdyrylanlar ýazdyrylanlara we ýapyklara bölünýärler.

Awtomatlaşdyrylmadyk diýip, ýönekeý el dolandyryş serişdeleriniň kömegi bilen adamyň (operatoryň) elektropriwodlary dolandyrmak boýunça hemme operasiýalary ýerine ýetirýän, ulgamlary atlandyrýarlar. Olar, ýönekeý tehnologik operasiýalary ýerine ýetirýän maşynlaryň we mehanizmleriň sazlanmaýan elektrik ýöretmelerinde ulanylýarlar.

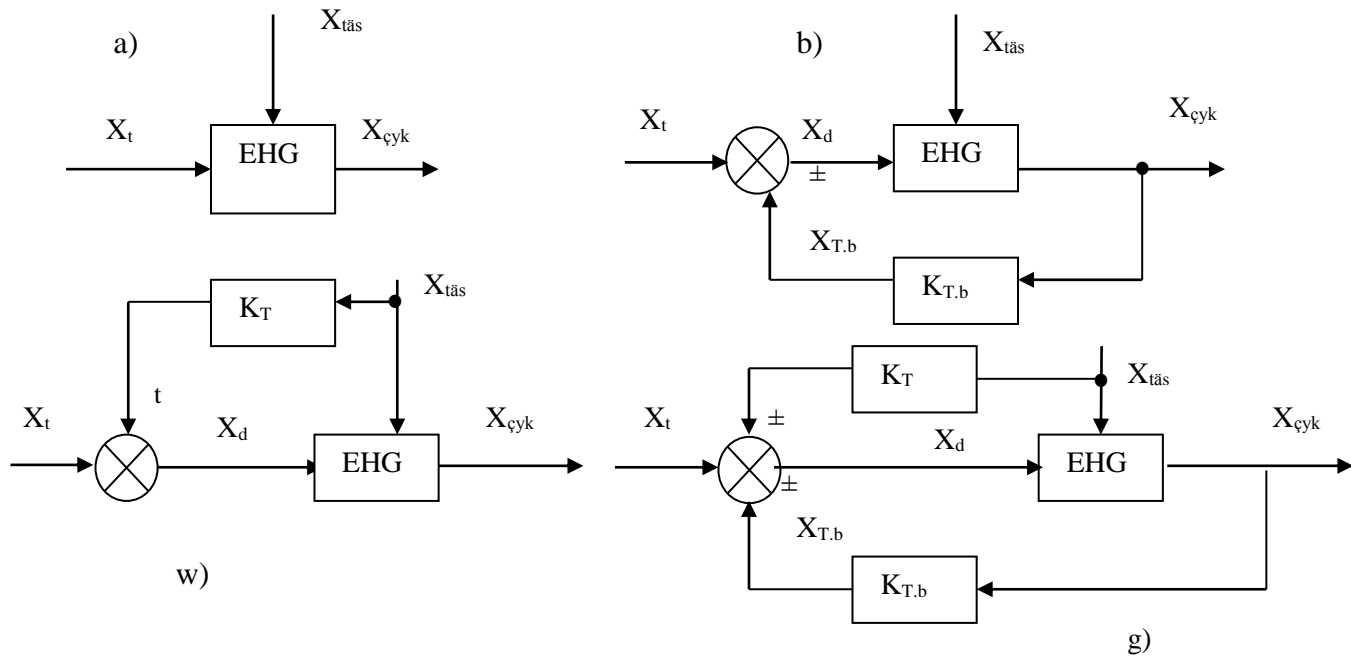
Awtomatlaşdyrylanlar diýip, diňe işiň başlanmasyna we sazlanmasyna buýrugy adam berýän, berlen tehnologik prosessi üpjün etmek boýunça hemme galan operasiýalar bolsa adam gatnaşmasyz dolandyryş ulgam bilen üpjün edilýän ulgamlara aýdylýar.

Bularyň hemmesini 2.9.(a, b, w, g) çyzgyda görüp geçeliň.

– ýazdyrylan ulgam

a) w) g) – ýapyk ulgam (b – ters baglansyny ulgam, w-
täsirlenme

täsiri kompensasiýaly ulgam, g – birleşdirilen (kombinirlenen)
ulgam).



2.11-nji çyzgy. Ýazdyrylan we ýapyk elektrik ýöretmeleriň gurluş esaslary.

Elektropriwodlaryň ulgamlarynyň belgileri.

X – üýtgeме ýa-da ylalaşma signaly.

X_T – çykyş signalyň (Hçyk) derejesini kesgitleýän tabşyryjy signal (dolandyryş täsiri)

$X_{\text{täş}}$ – täsirlenme täsiri (dürli päsgeller, iýmitlendiriji güýjenmäniň yrgyldylary, EÝ-ň üýklenmeleri we bozuluş ýagdaýlary).

$X_{\text{çyk}}$ – EÝ-ň çykyş koordinaty.

-⊗ deňeşdirme elementi

± ters baglanşyk položitel we otrisatel bolup bilýär

K_{Tb} - ters baglanşygyň koeffisiýenti

X_{gr} – giriş dolandyryjy signal (netijeleyji)

K_T – täsirlenme koeffisiýenti

H_g – giriş signal

DG – dolandyryjy gurulma

ÖG – özgerdiji gurulma

ÝEB – ýöredijiň elektrik bölegi (ýakoryň sarymsy)

ÝMB – ýöredijiň mehaniki bölegi (rotor)

MGG – mehaniki geçiriji gurulma

X_1 – ýagdaý koordinaty

X_2 – tizlik koordinaty

X_3 – toguň we elektromagnit momentiň koordinaty

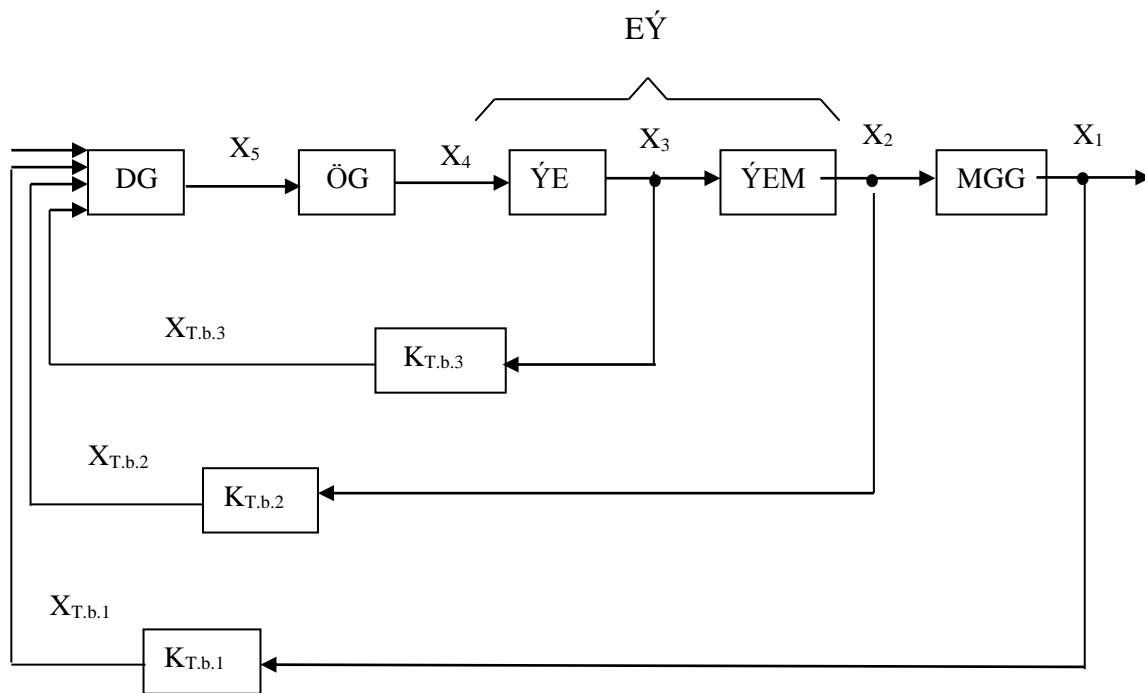
Hemme ters baglanşyklary (bölme) položiteller we otrisatellere,

gapylara we maýyşgaklara, göni çyzyklara we näçyzyklylara bölup bolýar. Položitel diýip $H_{T,b}$ signaly H_T tabşyryjy signala laýyklykda ugrukdyrylan şeýle bir ters baglanşyga aýdylýar, haçanda şol wagtyň özünde ters baglanşygyň otrisatel signaly tabşyryk signalyň garşylygna ugrukdyrylan bolanda.

Gaty ters baglanşyk, onuň signalynyň işiniň kadalaşan ýagdaýlarda bolşy ýaly, geçişlerdede hereket edýändigini bilen häsiýetlenýär. Ters baglanşygyň maýyşgak signaly ulgamnyň diňe geçiş ýagdaýlarynda işlenip çykarylýar we elektropridyň

diňe dinamiki häsiýetnamalarynyň döredilmegi üçin gulluk edýär.

Göni çyzykly diýip, çyzykly deňlemeler bilen görkezilýän (algebraik, differensial we başg.) ters baglanşyga aýdylýar. Galan hemme baglanşyklar näçyzykly bolup durýarlar.

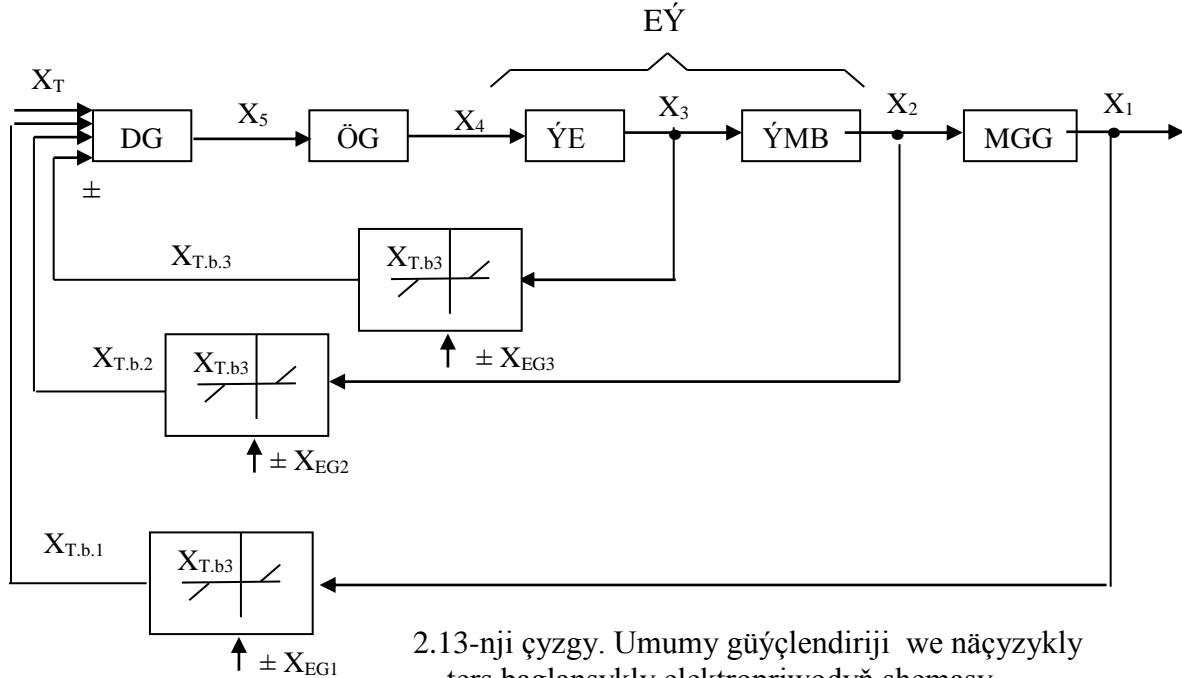


2.12-nji çyzgy. Umumy güýçlendirijili elektropridyň shemasy.

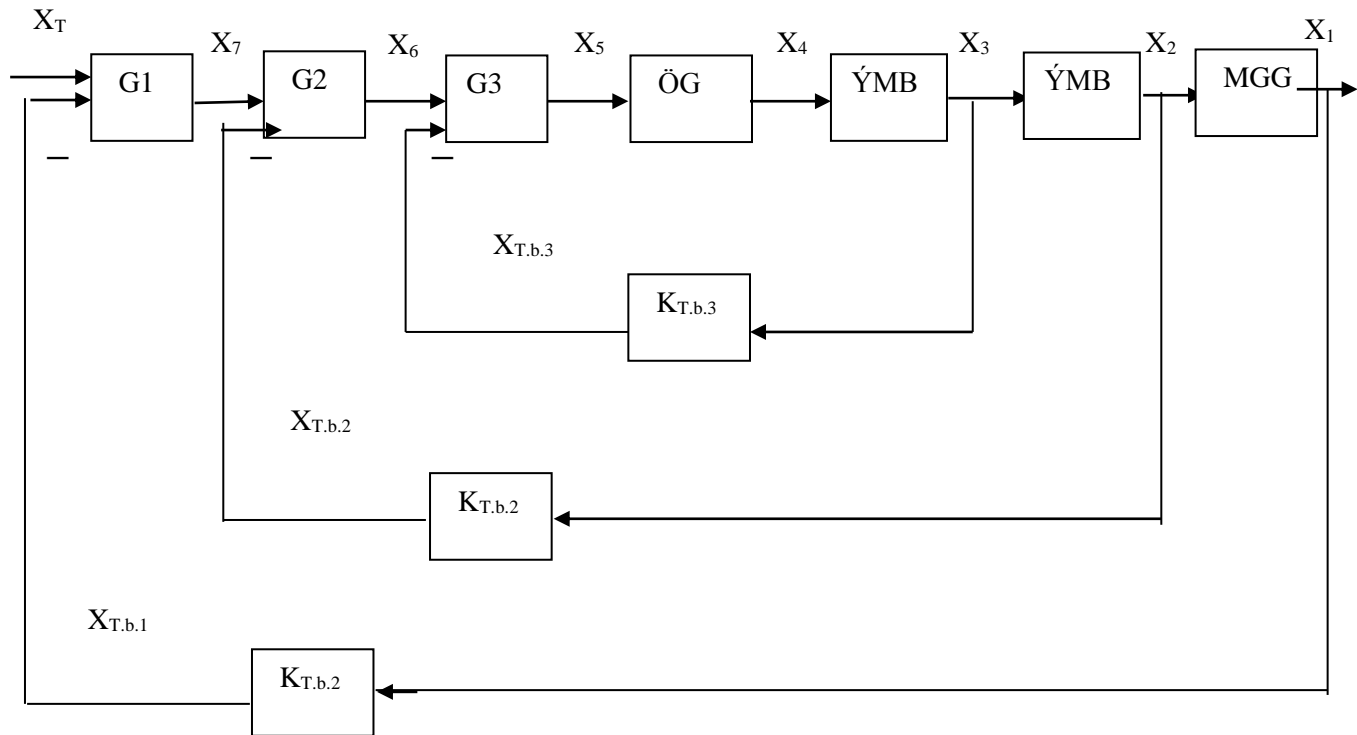
Bunda elektropriwod analiziň amatlygy üçin iki bölekli görkezilen – elektrik ÝEB we mehanik ÝMB. Ýöredijiniň elektromagnit momneti X_3 umumy ýagdaýda elektropriodyň sazlanýan koordinaty bolup durýar. X_1 we X_2 koordinatalar laýyklykda ýöredijiniň okunyň ýagdaýyny we tizligini görkezýär.

Umumy görkezijili shemasynyň esasy alamaty girişlerine hemme $X_{t.b1}$, $X_{t.b2}$, $X_{t.b3}$ koordinatalar boýunça ters baglanşyklaryň we X_T tabşyryjy signallaryň algebraik jemi berilýän güýçlendirijiniň ulanylmagy bolup durýar. Shemanyň gowy tarapy onuň ýönekeýliginde bolup durýar, ýetmezçiligi – koordinatlaryň biri – birine baglanşyksyz sazlamasy mümkin däl, bunuň netijesi hökmünde koordinatalaryň bir wagtyň özünde amatly sazlanmagyna ýetmegiň kynlygy.

2.7. Umumy güýçlendiriji we näçzykly ters baglansykly elektropriwodyň shemasy



Bu ýerde elektrik ýöretme teoriýasynda köplenç bölme (otseçka) diýip atlandyrylýan çäçzykly ters baglanşyklar ulanylýarlar. Näçzykly häsiýetli amala aşyryş köplenç wentilli elementleriň (bölekleriň) we $X_{böl.1}$, $X_{böl.2}$, $X_{böl.3}$, goşmaça esasly signallaryň girizilmesiniň hasabyndan ýetilýär, bunuň netijesinde ters baglanşygyň zynjyrynyň häsiýetnamasy 2.11-nji çyzgydaky görnüşi emele getirýär. Netijede ters baglanşyklaryň hereketi käbir aralykda özara eýäm bölünen bolup galýar, emma öňki ýaly hemme koordinatalaryň sazlanmasynyň baglanşyksyz düzülmegini amala aşyrmak mümkin däl.

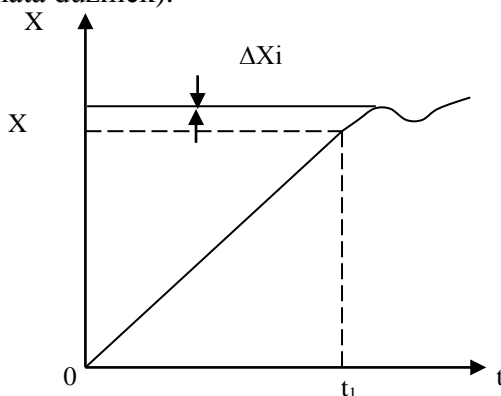


2.14-nji çyzgy. Koordinatalaryň garaşly sazlamaly elektropridyň shemasy.

Umumy güýçlendirijili shemalaryň görkezilik kemçiligi yzygider kadalaşdyrmaly (koreksiýaly) koordinatalaryň garaşly sazlanşy diýip atlandyrylýan ulgamlaryň ulanylmagy bilen ýok edilýär. Bu ulgamnyň tapawutly aýratynlygy güýçlendirijileriň we ýapyk konturlaryň sanynyň sazlanýan koordinatlaryň sanyna deňligi (gatnaşygy) bolup durýar. Şunda ýapyk konturlar şeýle bir ýerleşýärler, netijede daşky konturyň çykyş signaly içki konturyň tabşyryjy giriş signaly bolup durýar.

Şeýlelik bilen her içki kontur daşky kontura bagly bolup durýar, nireden hem şeýle ulgamlaryň ady çykan. Öz gezeginde ýagdaý konturyna (koordinata X_1) bagly özüne görä tizligiň daşky konturna (X_2 koordinata) garaşly bolan momentini we toguň kontury (X_3 koordinata) 2.12-nji çyzgy çatga degişli ilkinji kontur bolup durýar. Her konturyň öz güýçlendirijisi bar G_1 , G_2 , G_3 olar köplenç laýyklykda ýagdaý, tizlik, tok we moment sazlaýjylary diýip atlandyrylýarlar. Ulgamynyň şeýle gurluşy ulgamlaryň aýratyn sazlamasyny we sazlama prosessiniň hiliniň aýratyn (amatly) düzülmegini amala aşyrmama mümkinçilik berýär.

Sazlaýjylaryň hilini saýlamak we olaryň görkezijilerini hasaplamak köplenç şeýle bir görnüşde amala aşyryýarlar, dinamiki ýagdaýlarda amatly geçip prosessi alyp bolar ýaly (tehniki amata düzmek).



2.15-nji çyzgy. Tehniki amatly geçiş prosess.

Şeýle proses, $\Delta X_i = 4 \div 10\%$ täzedən sazlanmasynda sazlanýan X_i koordinatyň 0 dan X_{ikag} kadalaşan bahasyna çenli üýtgemeginiň minimal mümkin bolan t_1 wagty bilen häsiýetlenýär.

Şeýle geçiş prosessiň amatlygy, has çalt prosessiň uly täzedən sazlanmasynyň bolmagy, a az täzedən sazlamaga prosessiň haýal geçmeginde bolup durýar.

Ü Ç Ü N J I B A P

HEMİŞELİK TOGUNYŇ DWIGATELINIŇ ELEKTROPRIWODY

3.1. Bagly bolmadyk oýandyrmanyň hemişelik togunyň ýöredijisiniň iş ýagdaýlary, statiki häsiýetnamalary we birleşdirme shemasy

Bagly bolmadyk oýandyrmanyň hemişelik togunyň ýöredijisiniň esasy birleşdirme shemasy 3.1-nji, a çyzgyda görkezilen. 3.1-nji çyzgyda şu belgiler görkezilen:

I we I_0 – ýakoryň we OS oýandyрма sarymnyň toklary;

E- ýakoryň EHG-i; w we M - ýöredijiň tizligi we momenti;

R_0 we R_g –laýyklykda oýandyrmanyň we ýakoryň zynjyrlarynda goşmaça rezistorlar (olar ýok bolup hem bilýärler);

R - ýakoryň sarymlarynyň goşmaça polýuslaryň koltensasiýa we shemaly kontaktyň r_t garşylyklaryndan ybarat bolan ýakor zynjyrynyň doly garşylygy R shemada umumylyk üçin ýakoryň we oýandyrmanyň zynjyrlarynyň iki imitlendiriji çeşmesi görkezilen, emma köp ýagdaýlarda diňe, bir çeşme ulanylýar.

HTÝ-ň häsiýetnamalary üçin deňlemeleri çykarmagy şu indiki mümkinçiliklerde amala aşyrars: ýakoryň reaksiýasy hasaba alynmaýar; ýöredijiň okundaky moment elektromagnit momente deň.

Çykarmanyň esasynda ýakoryň zynjyrynyň we EHG-ň aňlatmasynyň we HTÝ-ň momentiniň elektrik deňagramlylygynyň deňlemeleri bolup durýarlar, olar laýyklykda şu görnüşde ýazylyarlar

$$U=E+IR \quad (3.1)$$

$$E=R\Phi w \quad (3.2)$$

$$M=R\Phi I \quad (3.3)$$

nirede $R=R_{\dot{y}a}+R_r$ – ýakoryň zynjyrynyň doly garşylygy. Om;
 Φ – HTÝ-niň magnit akymy, B_b;
 w – HTÝ-niň roturnyň burç tizligi (soňlukça ýöne tizlik);
 $\text{rad}(c; R=pN/(2\Pi a)$ - HTÝ-niň konstruktiv koeffisiýenti;
 p -polýuslaryň jübütleriniň sany;
 N -ýakoryň sarymsynyň aktiw geçirijileriniň sany;
 a - ýakoryň sarymsynyň parallel şahalarynyň sany.

(3.1) içine (3.2) goýup HTÝ-niň elektromehanik häsiýetnamasy üçin formulany alarys:

$$w=(U-IR)/(R\Phi)$$

Bagly bolmadyk oýandyrmanyň HTÝ-niň mehaniki häsiýetnamasy üçin formula (3.3) görkezilmesi boýunça (3.4) den onda toguň momente üýtgedilmegi (çalşyrylmagy) bilen alynýar.

$$W=U/(R\Phi)-MR/(R\Phi)^2 \quad (3.5)$$

(3.4) we (3.5) bilen laýyklykda HTÝ-niň elektromehanik we mehanik häsiýetnamalary tizligiň tokdan we momentden çyzykly baglanşgyny özünden emele getirýär. Kā wagt (3.4) we (3.5) deňlemeleri, şu görnüşde hem ýazylýarlar:

$$w=w_0-\Delta w \quad (3.6)$$

nirede w_0 – ýöredijiň ideal boş işlemesiniň tizligini

$$w_0=U/(R\Phi) \quad (3.6.a)$$

Δw - ideal boş işlemäniň tizligine görä tizligiň tapawudy.

$$\Delta w = IR / (R\Phi) = MR / (R\Phi)_2$$

3.1-nji, bçyzgyda ýakory iýmitlendiriji U güýjenmäniň dürli polýuslanmasynda HTÝ-niň elektromehanik we mehanik häsiýetnamalary görkezilen, üstesine-de $R\Phi$ =kost bolsa, onda $M \sim 1$ we häsiýetnamalar deňlenen çyzyklar bilen görkezilen. Şol çyzgyda hem $U=0$ bolanda ýöredijiň elektromehanik we mehanik häsiýetnamalary görkezilen. Bu häsiýetnamalaryň deňlemeleri $U=0$ bolanda (3.4) we (3.5) den alynýarlar

$$w = -IR / (R\Phi) \quad (3.7)$$

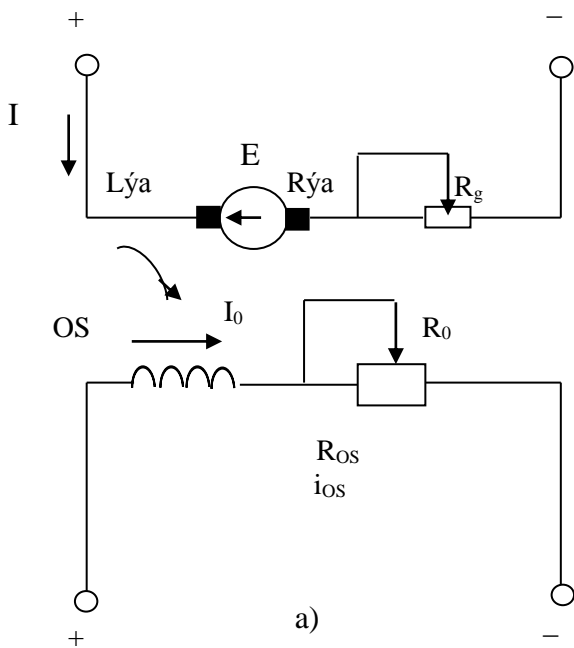
$$w = -MR / (R\Phi)^2 \quad (3.8)$$

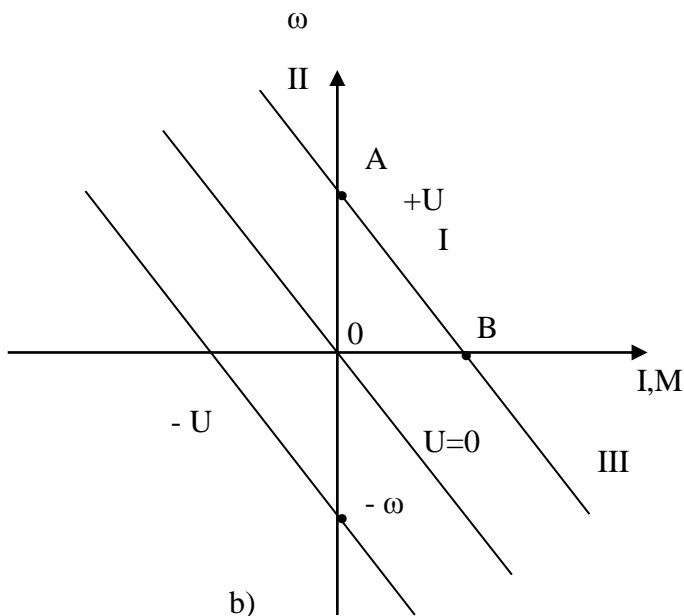
Şeýle häsiýetnamalary bar bolan shema 3.2-nji çyzgyda görkezilen. Ol torda bagly bolman birleşdirilen generatoryň shemasy ýa-da dinamiki duruzmaň shemasy diýip atlandyrylýar.

Alynan (3.4) we (3.5) görkezmeleri, elektropridiň koordinatlaryny sazlamak maksady bilen bagly bolmadyk oýandyrmanyň HTÝ-niň emeli häsiýetnamalaryny almagyň esasy usullaryny aýtmaga mümkinçilik berýärler: ýakoryň zynjyrynda R_r goşmaça rezistoryň garşylygyny, ýakoryň zynjyryna eltilýän U güýjenmäniň we Φ magnit akymnyň üýtgemekleri.

Ýöredijiň energetik iş tertibi, onuň mehaniki $P_2 = Mw$ we elektromagnit $P_{em} = EI$ kuwwatlaryny kesgitleýän ýöredijiň mehaniki M, w we elektrik EI koordinatalaryna bagly. 3.1-nji tablisada esasy iki ýagdaýlar – hereket we generator hem iki çäkli ýagdaýlar – boş işleme we gysga utgaşma üçin olaryň häsiýetli bileşmeleri görkezilen. Berlen tablisany görmek bilen hereket ýagdaýy üçin tizligiň we momentiň ugurlaryyň meňzeşligi we toguň hem EHG-iň ters ugurlylyklary häsiýetli, emma generator ýagdaýy üçin, tersine, EHG-iň we toguň

ugurlary deň bolaýr, a tizligiň we momentiniňki – bolmaýar, diýip belläp bileris. Boş işleme ýagdaýy üçin toguň we momentiniň nola deňligi häsiýetlidir, emma gysga utgaşmanyň ýagdaýy üçin – ýöredijiň tizliginiň we EHG-niň nola deňligi.





3.1-nji çyzgy. Bagly bolmadyk oýandyrmanyň HTÝ-niň: (a) birleşdirmesiniň we (b) häsiýetnamasynyň shemasy.

3.1-nji tablisa

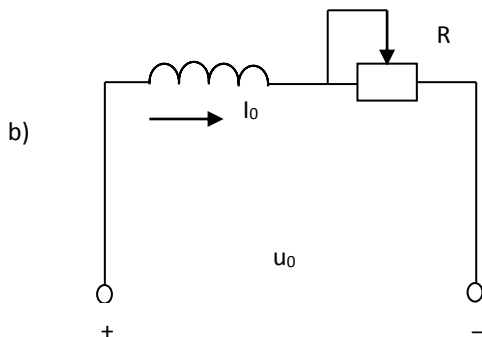
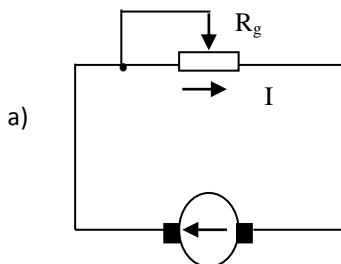
Ýagdaý	Koordinatlar	
	Mehanik	elektrik
	$M, w (P_2 = Mw)$	$E, I (P_{em} = EI)$
Ýöretme (dwigatel)	$M > 0; w > 0$	$E < 0; I > 0$
	$M < 0; w < 0$	$E > 0; I < 0$
Generator	$M > 0; w > 0$	$E > 0; I > 0$
	$M < 0; w < 0$	$E < 0; I < 0$
Boş işleme	$M = 0; w = w_0$	$E = U; I = 0$
Gysga utgaşma	$M = M_{r,y}; w = 0$	$E = 0; I = I_{r,y}$

3.1-nji tablisa berilenlere esaslanyp, U položitel polýuslanyşgynda 3.1-nji, b çyzgyda öz häsiýetnamalarynyň dürli böleklerinde HTÝ-niň energetik iş ýagdaýyny görüp geçeliň.

1. Boş işleme ýagdaýyň A nokatda ýeri bar, nirede $I=0$, $M=0$, $w=w_0$ we $E=U=R\Phi w_0$. Ýörediji elektrik torda hem (oýandyрма bolan elektroenergiýadan başga), okdan hem energiýany almaýar.

Bu ýagdaý üçin shema 3.2-nji, çyzgyda görkezilen.

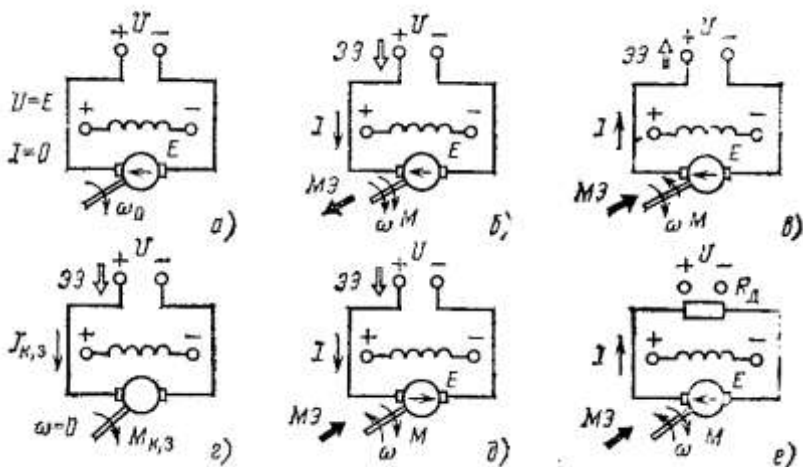
2. Hereket ýagdaýyň $0 < w < w_0$ bolanda I böleginde ýeri, bar ýagny birinji kwadratda, nirede w we M ugurlary boýunça gabat gelýärler. Bu ýagdaýda $|E| < |U|$, tok $I=(U-E) / R$ ugry boýunça U gabat gelýär we EHG bilen gabat gelmeýär, elektrik energiýa EE 9.3.b. sur. tordan gelýär, mehanik energiýa ME bolsa HTÝ-niň ikundan berilýär.



3.2-nji çyzgy. Bagly bolmadyk bolmadyk oýandyrmanyň HTÝ-niň dinamiki duruzmasynyň shemasy.

1. Tor bilen parallel HTÝ-niň işiniň generator ýagdaýyň, ýa-da pekuperatiw duruzma ýagdaýyň I I bölekde ýeri bar. II bölekde $w > w_0$, şol sebäpden EHG toryň güýjenmesinden uly bolaýr, tok we moment öz ugurlaryny tersine üýtgedýärler. Ýörediji işçi

maşýndan mehaniki energiýany alýar we ony elektrik energiýa görnüşinde tora berýär (rekupirleýär).



3.3-nji çyzygy. Bagly bolmadyk oýandyrmanyň HTÝ-niň energetik ýagdaýlary:

a-boş işleme; b-hereket; w-tor bilen parallel generator; g- gysga utgaşma; d-tor bilen yzygider generator; e- tora bagly bolmadyk generator.

2. Gysga utgaşdyrma ýagdaýy $w=0$, $E=0$ -da bolýar. Bu ýagdaýda (3.1) $I-I_{r,y}=U/R$ laýyklykda, elektrik energiýa EE (3.3, g) tordan gelip, ýakor zynjyrynyň rezistorynda ýylylyk görnüşinde ýaýraýar. HTÝ-niň okundan mehanik energiýa berilmeyär, sebäbi $w=0$.
3. Tor bilen yzygider generator, ýa-da ters birikdirmeli duruzmanyň ýagdaýy $w=0$ bolanda bolýar(häsiýetnamanyň III bölegi). Tizligiň ugrunyň üýtgemegi arkaly EHG-iň ugry üýtgeýär, ol indi toryň güýjenmesiniň ugry bilen gabat gelýär.ýörediji tor bilen yzygider birleşdirilen bolup durýar, ýakorda tok ugry boýunça güýjenme we EHG bilen gabat gelýär we olaryň hereket jemi bilen kesgitlenýär, ýagny

$I=(U+E) / R$. Bunuň netijesinde elektrik energiýa tordan gelýär we HTÝ-niň özi bilen onuň ikuna gelýän mehanik energiýanyň hasabyna işlenip çykarylýar. Elektrik energiýa ýylylyk görnüşinde ýakor zynjyrynyň rezistorlaynda ýaýraýar. Bu sebäpden seredilip geçilýän ýagdaý ýylylyk gatnaşygynda HTÝ üçin has kyn bolup durýar, sebäbi energiýanyň esli mukdarynyň ýylylyk görnüşinde ýaýramagynyň zerurlygy bilen bagly.

4. Tora bagly bolmadyk generator ýagdaýyň, ýa-da dinamiki duruzma ýagdaýyň, HTÝ-niň ýakor zynjyrynyň tordan öçürilmesinde we onuň goşmaça rezistora gysgaldylmasyna ýa-da has gysgalmasynda ýeri bar (elektrik maşynynyň ýakorynyň has gysga gysgaldylmasy onuň ýagdaýy üçin gysga utgaşmany aňlatmaýandygyny belläp geçmeli). Yakordaky tok EHG-iň täsiri astynda akýar we onuň bilen ugry boýunça gabat gelýär, okdan gelýän mehaniki energiýanyň hasabyna işlenip çykarylýan elektrik energiýa EE ýylylyk görnüşinde ýakor zynjyrynyň rezistorlarynda ýaýraýar.

3.2. Özgerdiji – ýörediji ýapyk ulgamda elektropriwodyň statiki häsiýetnamalaryny belli bir şekile getirilmesi

Mundan öň biz Ö-Ý-iň ýapyk ulgamlaryny görüp geçdik, olaryň özgerdijileriň içki garşylygy R_0 sebäpli başgalara görä ýokary bolmadyk gatylygy bar. Tizligi sazlamanyň esli çäklerini almak üçin (birnäçe on ýa-da ýüz), diňe Ö-Ý-iň ýapyk ulgamsynda alyp bolar. Bilişimiz ýaly aýyk ulgamnyň häsiýetnamalary sazlamany ýa-da toguň we momentini çäklendirilmelerini üpjün etmeýärler, bu hem Ö-Ý-niň ýapyk ulgam geçilmesini talap edýär.

- a) HTÝ-niň tizligi boýunça otrisatel ters baglansyklyk Ö-Ý-iň ýapyk ulgamy.

Ö-Ý-niň açyk shemasy shemanyň esasy bolup durýar. HTÝ-niň okunda tizlik datçigi bar TG(BR) onuň çykyş güýjenmesi U_{TT} HTÝ-niň tizligine w göni baglanşykly (proporsional) bolup, ters baglanşygyň signaly bolup durýar.

Göni baglanşyk koeffisiýenti γ tizlik boýunça TB-yň koeffisiýenti diýip atlandyrylýar we TG berilenleri bilen kesgitlenýär. TB signaly $U_{TT}=U_{TB}$ tizligiň tabşyryjy signaly U_{TS} bilen deňşdirilýär we olaryň tapawudy ylalaşyk signaly görnüşinde (ýalňyşlyk) U_{gir} goşmaça güýçlendirijiniň G girişine berilýär, ol koeffisiýent K_g bilen ylalaşyk signaly U_{gir} güýçlendirýär we ony dolandyрма signaly U_d görnüşinde özgerdijiň girişine eltilýär.

Ýapyk ulgamda HTÝ-niň häsiýetnamasynyň formularyny almak üçin ýapyk ulgamnyň formulalary ulanylýarlar (10.1 we 10.2), şeýle hem şu gatnaşyklar.

$$U_{gir}=U_{TS}-\gamma\omega \quad (3.9)$$

$$U_d=K_G U_{gir} \quad (3.10)$$

Alýarys:

$$w = \frac{K_G K_\theta U_{TS}}{C(1+K_c)} - \frac{I(R_{\theta a} + R_{\theta b})}{C(1+K_c)} \quad (3.11)$$

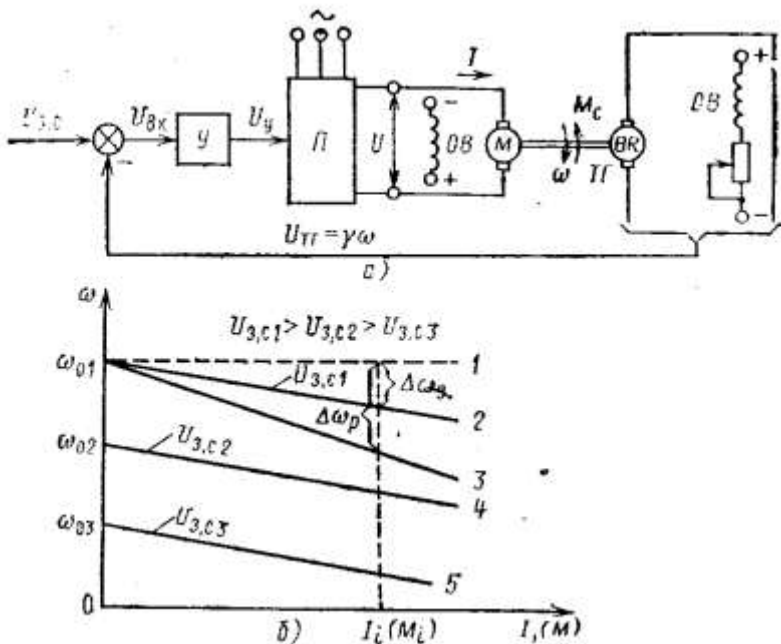
$$w = \frac{K_G K_\theta U_{TS}}{C(1+K_c)} - \frac{M(R_{ya} + R_{\ddot{o}})}{C^2(1+K_c)} \quad (3.12)$$

nirede $C=K\Phi_{nom}$; $K_c=j K_g K_d/C$ – güýçlenme ulgamnyň umumy koeffisiýenti.

Alynýan häsiýetnamalarynyň gatlygyny takykklama (analizleme) üçin şol bir tokda ýa-da momentde açyk Δw_a we ýapyk $\Delta w_{\dot{y}a}$ ulgamlarda tizligiň tapawutlaryny deşediriliň. Deňlemelere laýyklykda bolýar:

$$\Delta w_a = I(R_{\dot{y}a} + R_{\delta})/c \quad (3.13)$$

$$\Delta w_{\dot{y}a} = I(R_{\dot{y}a} + R_{\delta})/c(I + K_c) = \Delta w_a / (SI + K_c) \quad (3.14)$$



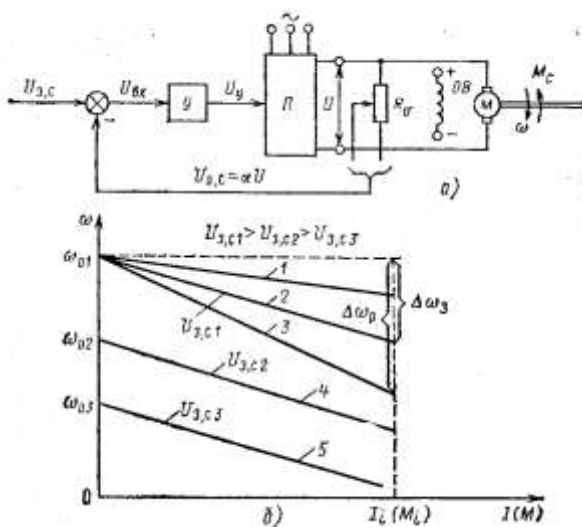
3.4-nji çyzgy. Tizlik boýunça OTB-ly Ö-Ý-in ýapyk ulgamy.

a) shema b)häsiýetnama $K_c > 0$ bolany sebäpli, onda hemişe $\Delta w_{\dot{y}a} < w_a$, ýagny ýapyk ulgamda alynýan häsiýetnamalaryň gatylygy (2 egri) açyk ulgamdakydan (3 egri) uly, den görüňär, $K_s \rightarrow \infty \quad \Delta w_{\dot{y}a} \rightarrow 0$, ýagny berilen ýapyk ulgamda çäkke absalýut gaty häsiýetnamany – 1 alyp bolýar.

Absalýut gaty mehaniki häsiýetnama tejribede EÝ-niň dinamikasynyň munda düýpli erbetleşmesi sebäpli amala aşyrylmaýandygyny belläp geçmeli. EÝ-niň tabşyrylan dinamiki häsiýetleriniň almak şertleri boýunça ters baglanşyklaryň we güýçlenmäniň çäkli koeffisiýentleri

çäklenýärler. Mysal: Kä bir sebäplerden ýüklenmäniň M_s ýokarlanýar. HTÝ-niň güýçlenýän momenti ýüklenme momentinden pes bolany sebäpli, onuň tizligi peselip başlanýar we laýyklykda U_{TG} tizligi boýunça TB signaly hem peseler. Bu öz gezeginde (10.6.) laýyklykda dolandyрма U_d we ylalaşdyрма U_{gir} signallaryň ýokarlanmasyna getirer we özgerdijiň EHG-niň beýgelmesine getirer, netijede HTÝ-niň hem tizliginiň. Şeýlelikde, TB-nyň barlygy zerarly Özgerdijiniň EHG-niň awtomatiki sazlanmasy amala aşyrylýar we şonuň bilen hem HTÝ güýjenmäniň eltilmesi, bunuň hasabyna EÝ-niň has gaty häsiýetnamalary emele gelýärler.

b) HTÝ-niň güýjenmesi boýunça OTB-ly Ö-Ý-niň ýapyk ulgamy



3.5-nji çyzgy. Güýjenme boýunça OTB-ly Ö-Ý-niň ýapyk ulgamy.

a)- shema, b) - häsiýetnamalary.

Bu shemada güýjenmäniň datçigi potensiometr R_u bolup durýar, ondan $U_{TB}=LU$ güýjenmesi boýunça TB-niň signaly alynýar, nirede L –TB koeffisiýenti.
Ylalaşdyrma signaly U_{gir} şeýle kesgitlenýär.

$$U_{gir}=U_{TS}-LU \quad (3.15)$$

$$\omega = \frac{K_g K_\theta u_{TS}}{C(1 + K_c)} - \frac{I[R_\theta + R_{ya}]}{C(1 + K_c)} \quad (3.16)$$

$$\omega = \frac{K_g K_\theta u_{TS}}{C(1 + K_c)} - \frac{M[R_\theta + R_{ya}(1 + K_c)]}{C^2(1 + K_c)} \quad (3.17)$$

nirede $K_s = K_g K_p L$ - ulgamnyň güýçlenmesiniň umumy koeffisiýenti.

Alynýan häsiýetnamalaryň gatylygyny almak üçin täzeden Δw_{ya} we Δw_a ulgamlaryň tizlikleriniň tapawutlaryny deňeştiriris.

$$\Delta \omega_{ya} = I[R_{ya} + R_\theta / (1 + K_c)] / C \quad (3.18)$$

$K_s > 0$ bolsa, onda $R_\theta / (1 + K_s) < R_\theta$ we $\Delta w_{ya} < \Delta w_a$, ýagny ýapyk ulgamda häsiýetnamalaryň gatylygy, aýyk dakydan ýokary $K_s \rightarrow \infty \Delta w_{ya} \rightarrow I R_{ya} / S$ bolanda, ýagny çäkke tizligiň tapawudy HTÝ-niň tebigy häsiýetnamasynda tizligiň tapawudyna deň, haçanda ol içki nol garşylykly çeşmeden ýymitlenende (egri-1).

Tizligi sazlama prosessiň fiziki tarapy şu indikiden ybarat: Mysal üçin: Okda moment ýokarlarda ýakoryň togy ýokarlanýar we güýjenmäniň içki peselmesiniň ýokarlandyrmasy hasabyna özgerdijide HTÝ-niň ýakorynda güýjenmesi peselýär. (8.12) laýyklykda bu ylalaşdyrma $U_{çyk}$ we dolandyрма U_d signallary ýokarlandyrýar. Öz gezeginde bu Özgerdijiniň EHG-niň ösmegine we HTÝ-niň çykmalarynda

güýjenmäniň peselmesiniň kompensasiýasyna getirýär. Ýagny seredilip geçilýän ulgamda hem gaty häsiýetnamalary almak esasy Özgerdijiň EHG awtomatik sazslamada bolup durýar.

3.3. Ýakoryň togy boýunça položitel TB-ly Ö-Ý-niň ýapyk ulgamy

Bu ulgamda toguň datçigiň hökmünde garşylykly şunt $R_{\text{ş}}$ ulanylan. $R_{\text{ş}}$ hökmünde köplenç kompensasion sarym we goşmaça polýuslaryň sarymsy ulanylýandygyny belläp geçmeli. $R_{\text{ş}}$ -de güýjenmäniň peselmesi ýakoryň toguna (I) göni baglanşykly (proporsional). Tok boýunça TB signaly şu formula boýunça kesgitlenýär.

$$U_{TB} = \beta I$$

nirede β – Om ölçeglilik bolan, tok boýunça TB koeffisiýenti.

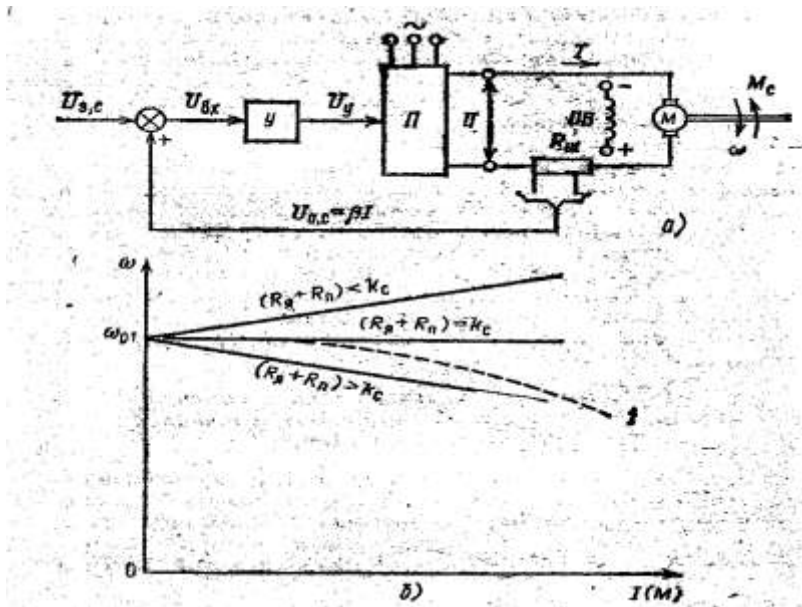
Bu ulgamda güýçlendirijiň girişindäki signal TB signaly we tabşyryjyň jemi bilen kesgitlenýär, ýagny

$$U_{gir} = U_{TS} + \beta I$$

ulgamda HTÝ-niň elektromehaniki we mehaniki häsiýetnamalary üçin deňleme.

$$\omega = \frac{K_g K_{\theta} u_{TS}}{C(1 + K_c)} - \frac{I(R_{\text{ýa}} + R_{\theta} - K_s)}{C^2} \quad (3.19)$$

$$\omega = \frac{K_g K_{\theta} u_{TS}}{C} - \frac{M(R_{\text{ýa}} + R_{\theta} - K_s)}{C^2} \quad (3.20)$$



3.6-njy çyzgy. Tok boýunça PTB-ly Ö-Ý-niň ýapyk ulgamy.

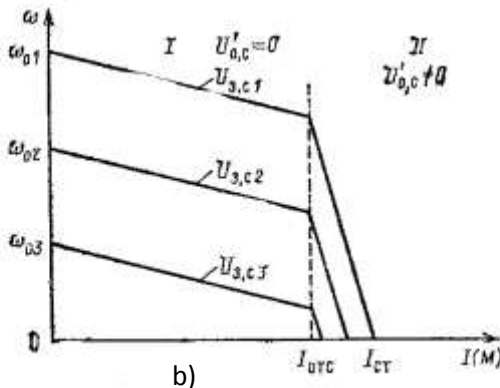
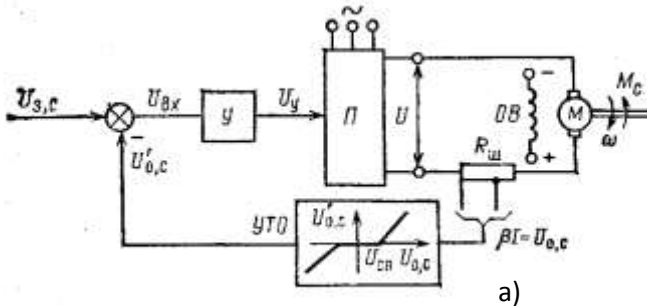
a) –shema b) –häsiýetnama

Nirede $K_s = K_g K_p \beta$ – ulgamnyň güýçlenmesiniň umumy koeffisiýenti. Gatylygyň takyklamasyny (analizini) ýakoryň zynjyrynyň jemlenen garşylygy $R_{\dot{y}a} + R_{\delta}$ güýjenmäniň umumy koeffisiýenti K_s bilen (Om ölçeglilik) deňeşdirip kesgitleýäris. Netije: $(R_{\dot{y}a} + R_{\delta}) > K_s$ bolanda HTÝ-niň häsiýetnamalaryň otrisatel gatylygy bolar, $(R_{\dot{y}a} + R_{\delta}) = K_s$ bolanda – tükeniksiz uly gatylyk, $(R_{\dot{y}a} + R_{\delta}) < K_s$ bolanda – položitel gatylyk. Şeýlelikde tok boýunça PTB ulanylanda dürli gatylykly häsiýetnamalar emele gelip bilerler, şol sanda hem položitel. Emma ulgamnyň güýçlenme koeffisiýentiniň K_s durnuksyzlygy sebäpli, PTB-yň barlygy netijesinde hakyky (real) häsiýetnamalaryň näçzykly häsiýeti bar (egri 1), şol sebäpden şeýle baglansyýk köplenç

başgalar bilen jemlenip ulanylýar, mysal üçin, güýjenme boýunça ters baglansyk.

g) Tok boýunça çäczykly otrisatel TB-yň kömegi bilen Ö-Ý-niň ýapyk ulgamsynda toguň we momentniň sazlanşy.

TBD-tok bölünmesiniň düwüni. U_{gr} - daýanç signalyň güýjenmesi TBD-iň häsiýetnamasy U_{TB} (U_{TB}) ony şekillendirýän göniburçlygyň içinde görkezilen. TBD-niň işi onuň häsiýetnamasyna laýyklykda şu görnüşde amala aşýar: rezistor R_s – den düşürilýän TB signaly $U_{TB} = \beta I$ käbir tabşyrylan daýanç güýjenmesinden U_{gr} ýokary bolman durýança signal U_{TB} nola deň $U_{TB} > U_{gr}$ bolanda TBD-niň çykyşynda OTB signaly dörýär. U_{TB} ol ulgamnyň girişine gelýär.



3.7-nji çyzgy. Tok boýunça näczykly OTB-ly Ö-Ý-niň ýapyk ulgamy.

- a) –shema,
b)-häsiýetnama.

Daýanç güýjenmäniň U_{gr} ähmiýeti, onuň sazlanmasy başlanjak berilen tok bilen kesgitlenýär. Bu tok, bölünme togy $I_{böl}$ $I_{böl}$ ulanmak bilen TBD-niň işini bilen edip bolýar:

$$\begin{aligned} u_{gr} &= \beta I_{bd} \geq \beta I ; = 0 \\ u_{gr} &= \beta I_{bd} < \beta I ; u_{TB}' \neq 0 \end{aligned} \quad (3.21)$$

formula bilen laýyklykda EÝ-niň häsiýetnamalarynyň iki bölegi bar.

$I - I \leq I_{bd} ; u'_{TB} = 0$ - ulgam açyk
 $II - I > I_{böl} ; u'_{TB} \neq 0$ - ulgam ýapyk we toguň we momentniň sazlanmasy amala aşyrylýar.

Elektromehanik häsiýetnamasynyň II bölegi üçin deňlemäni egerde (3.16) ulgamyny güýçlendirme koeffisiýentiniň K_s öňündäki belgni (-) – dan (+) öwürsek şeýle hem tok (I) tapawut (I-I böl) öwürsek alyp bolar.

$$\omega = \frac{K_g K_\theta u_{TS}}{C} - \frac{(I - I_{bd})(R_{ya} + R_\theta - K_s)}{C} \quad (3.22)$$

$\Phi = \text{const}$ bolanda mehaniki häsiýetnamalar absiss oky boýunça başga masştabdaky elektromehanik häsiýetnamalary gaýtalaýarlar.

HTÝ-niň nol tizliginde tok I_{sak} saklaýjy tok adyny alan egerde (3.19) $w=0$ goýsak, ony alyp bileris.

$$I_{saK} = I_{bol} + K_g K_\theta u_{TS} / (R_{ya} + R_\theta + K_s) \quad (3.23)$$

Bu ýerden görnüşi ýaly tükeniksiz uly ýokarlandyrmada $K_s \quad I_{sak} \rightarrow I_{böl}$, ýagny häsiýetnamalar ikinji bölekde dik (wertikal) çyzyklara golaýlaşýarlar.

Başgaça aýdymyzda K_s näçe uly boldugyça, şonça-da toguň we momentiniň sazlanmasy dogry amala aşyrylar. $I > I_{böl}$ bolanda II bölekde HTÝ-niň ýumşak häsiýetnamalarynyň alynmagynyň fiziki tarapy toguň ösmeginde U_{TB} signalyň ýokarlanmagynda we U_{gir} we U_g siganallaryň peselmeginde bolup durýar, sebäbi $U_{gir} = U_{TS} - U_{TB}$. Bu sebäpden özgerdijiň EHG peselýär, bunuň hasabyna hem HTÝ-niň togunyň we momentiniň çäklenmesi bolup geçýär.

3.4. Toguň we momentiniň sazlanmasy (çäklenmesi)

Biziň bilişimiz ýaly, işe goýberilişiň ilkinji pursatynda, HTÝ gysga utgaşma ýagdaýynda bolýar ($w=0$: $E=0$) we gysga utgaşmanyň togy tebigy häsiýetnama

boýunça işe goýbermede gatnaşygy $I_{t.g.u.} = \frac{u}{R_{ya}}$ bilen kesgitlenýär, sebäbi $R_{ya} \approx 0$ (Omyň böleginiň ýa-da 1 Omyň) $I_{t.g.u.} = (w+50)I_{nom}$ şol wagtyň özünde umumysenagat maksatly HTÝ-niň mümkin togy $I_{müm} = (2 \div 2,5)I_{nom}$ tokdyr. Şeýlelikde, HTÝ-niň işe goýberilmesinde toguň (we momentiniň) çäklenmesinde zerurlyk ýüze çykýar, bu ýakoryň zynjyryna işe goýberiji rezistorlaryň girizilmesi bilen ýetilýär. Şeýle zerurlyk BBO-nyň HTÝ-niň duruzmasynda we rewersinde ýüze çykýar.

Işe goýberlende toguň we momentiniň çäklendirilmesi üçin ýönekeý ýagdaýda bir emeli häsiýetnama-1 ulanylýar. HTÝ-niň işe goýberilme tertibi şeýle: ilki bilen ol ýakoryň zynjyrynda goşmaça R_{G1} rezistoryň bolmagynda 1 häsiýetnama boýunça işlämege başlaýar. Soňra $w1$ tizlikde R_{G1} rezistor gysgalýar we HTÝ tebigy häsiýetnama geçýär. Rezistoryň R_{G1} garşylygy işe goýberilmäniň başlangyç pursatynda mümkin togy üpjün etmek şertlerinden işlenip çykarylýar.

$$R_{G1} = U/I_{\text{müm}} - R_{\text{я}} \quad (3.24)$$

nirede $I_{\text{müm}}$ – mümkin tok.

Köp ýagdaýlarda HTÝ-işe goýberilende bir däl-de, birnäçe emeli häsiýetnamalar ulanylýarlar. Olaryň sany EÝ-niň ýüklenme momentine we geçiş prosessleriň endiganlygy talapyna bagly.

HTÝ-niň dinamiki duruzmasy ýakoryň tordan öçürilmesi we onuň shema boýunça R_{G2} rezistora birikmesi bilen amala aşyrylýar. Ýörediji dinamiki duruzma häsiýetnamasyna (egrig) geçýär, onda duruzma bolup geçýär. Rezistoryň R_{G2} garşylygy toguň mümkin zyňylmasy boýunça dinamiki duruzmasynyň ýagdaýyna ilkinji geçiş pursatynda kesgitlenýär. Sebäbi bu ýagdaýda $\omega \approx \omega = 0$, onda $E \approx U$ R_{G2} bolýar.

$$R_{G2} = \frac{u}{I_{\text{müm}}} - R_{\text{ýa}} \approx \frac{E}{I_{\text{müm}}} - R_{\text{ýa}} \approx \frac{u}{I_{\text{müm}}} - R_{\text{ýa}} \quad (3.25)$$

Ters birikmäniň duruzylmasy we rewersi. Birwagytda girizilýän HTÝ-niň ýakorynyň R_{G3} rezistoryň ýakoryna güýjenmäniň polýuslanyşynyň üýtgemegi bilen amala aşyrylýar. Ýörediji duruzma ýagdaýyna 3 häsiýetnama ters birikme bilen bolup geçýär. Bu ýagdaýda toryň EHG we güýjenmesi ugry boýunça gabat gelýärler.

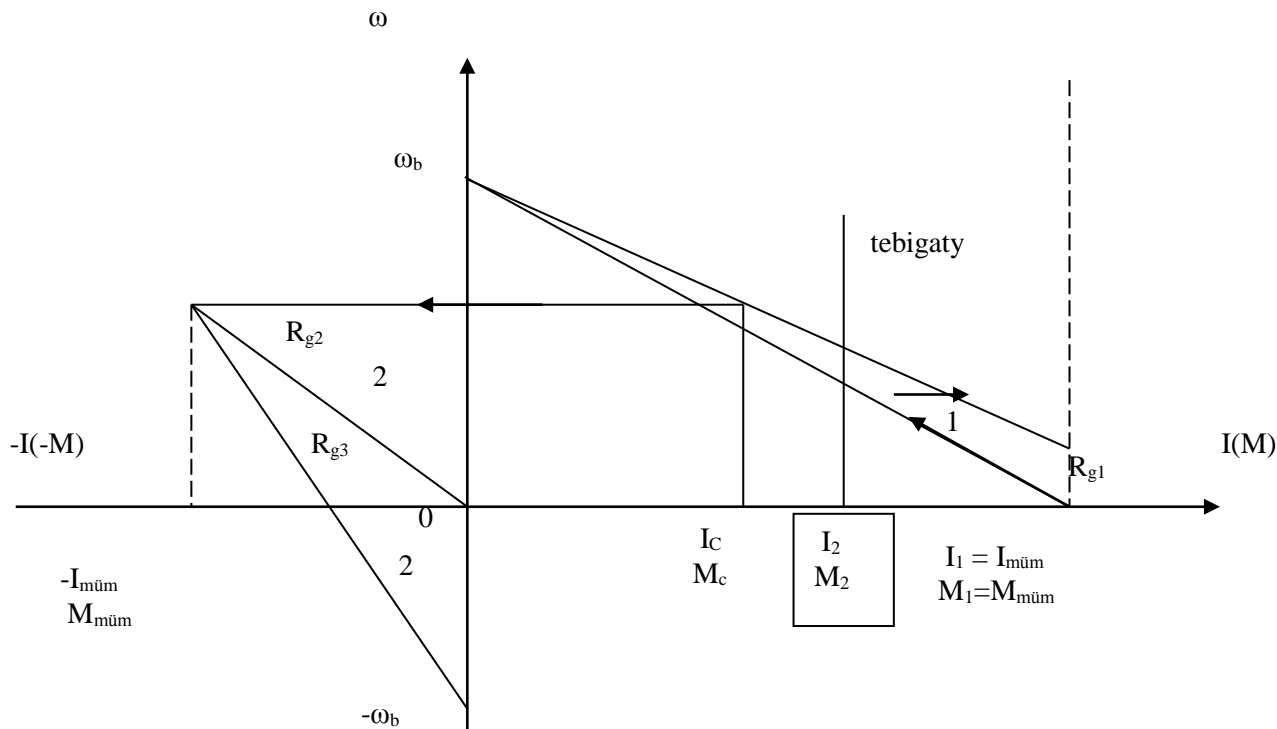
R_{G3} şu formula boýunça kesgitleýäris.

$$R_{G3}(u + E)/I_{\text{müm}} - R_{\text{ýa}} = 2u/I_{\text{müm}} - R_{\text{ýa}} \quad (3.26)$$

$$I_1 = I_{\text{müm}} = 2,5 I_H$$

$$I_2 = (1,1 \div 1,2) I_H$$

$$I_C = I_H$$



3.8-nji çyzgy. Ýakoryň zynjyrynda rezistorlaryň kömegi bilen geçiş ýagdaýlarynda BBO-nyň HTÝ-niň togunyň we momentiniň çäklendirilmesi.

Sazlaýjy rezistorlaryň hasaby (kesilme usuly)

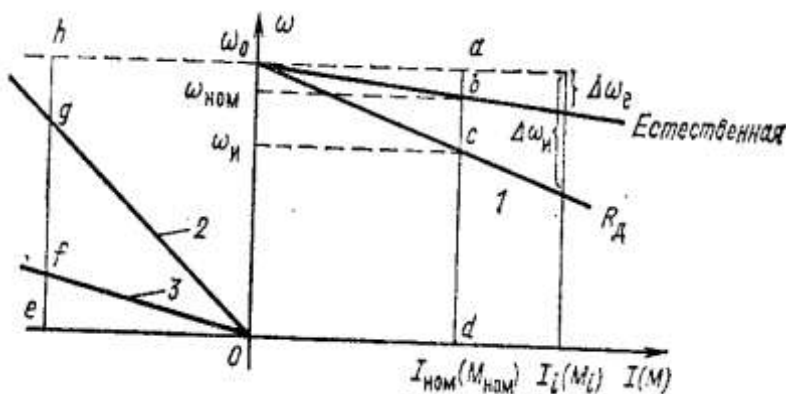
$$\omega_e = \frac{u_H}{K\phi_H} - \frac{I_H R}{K\phi_H} = \frac{u_H}{K\phi_H} \left(1 - \frac{I_H R}{u_H}\right) \quad (3.27)$$

nirede $\omega = u_H / K\phi_H$

$$\omega_e = \omega \left(1 - \frac{R}{R_H}\right)$$

nirede $R_H = \frac{u_H}{I_H}$

$$\frac{R}{R_H} = (\omega_b - \omega_a) / \omega_0 = \delta$$



3.9-njy çyzgy. Sazlaýjy rezistorlaryň hasaplamasyna tizligiň gatnaşyk tapawudy.

Formulalardan görnüşi ýaly tizliginiň gatnaşyk

$$\delta = \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{R}{R_{nom}}$$

tapawudy ýakoryň zynjyrynyň gatnaşykly aktiw garşylygyna deň.

Grafiki R_G bahasyny kesgitläp bolar.

$$\omega_b - \omega_e = \Delta \omega_e = ac ; \omega_\delta = ad ;$$

$$\omega_b - \omega_t = \Delta \omega_t = ab$$

$$R = R_{ya} + R_G = R_{nom} \frac{\Delta\omega_e}{\omega_b} = R_{nom} \frac{ac}{ad} \quad (2.28)$$

$$R_{ya} = R_{nom} \frac{ab}{ad} ; R_G = R_{nom} \frac{bc}{ad} \quad (2.29)$$

dinamiki duruzma

$$R_{g.g.} = R_{nom} \frac{fg}{eh} - 2 \text{ egri}$$

3 egri – dinamiki duruzmaň häsiýetnamasy, sebäbi tebigy häsiýetnama parallel $R_{g.g.}=0$.

Deň ölçeglilik usuly. Bu usul ulanylanda HTÝ-niň häsiýetnamasyndaky tizligiň $\Delta\omega$ tapawudy üçin aňlatma ulanylyar we olaryň gatnaşygyndan deň öžçegliligi alarys

$$\Delta\omega_t / \Delta\omega_e = R_{ya} / (R_{ya} + R_G) \quad (3.30)$$

Mundan R_Γ deňlemesini kesgitläp R_Γ deň ölçeglelik usuly bilen hasaplamak üçin formulany alarys.

$$R_G R_{ya} \left(\frac{\Delta\omega_e}{\Delta\omega_t} - 1 \right) \quad (3.31)$$

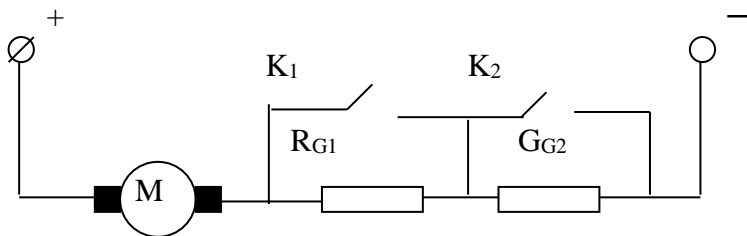
Δw we Δw_u bahalaryny HTÝ-niň häsiýetnamasy boýunça tapýarys.

$$R_{ya} \approx 0,5 u_H (1 - \eta_n) / I_H = 0,5 R_H (1 - \eta_n)$$

pasport berilenleri boýunça kesgitlenýär.

3.5. Tordan iýmitlenmede duruzmada rewersde we işe goýbermede BBO-nyň HTÝ-niň awtomatik dolandyrmasy

Tordan iýmitlenmede duruzmada, rewersde we işe goýbermede BBO-nyň HTÝ-niň awtomatik dolandyrylmasy köplenç rele-kontakt dolandyryş shemalaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Olaryň awtomatlaşdyrylmasynda wagtyň, tizligiň toguň we ýoluň ýagdaýlary (prinsipleri) ulanylýar.



3.10-njy çyzgy.

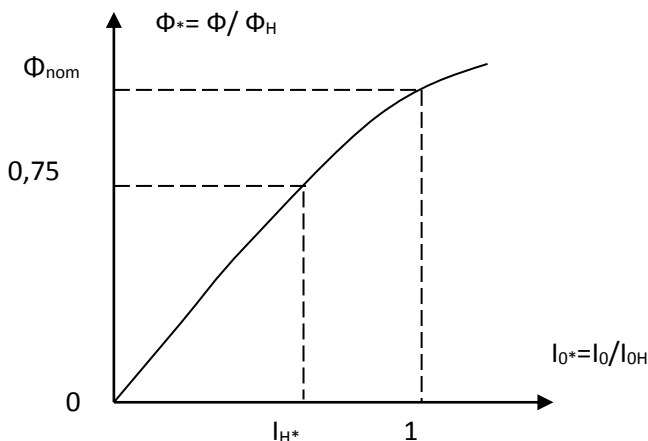
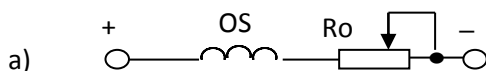
Bu diagramma boýunça HTÝ-niň işe goýberme tertibi işe goýberiş rezistorlaryň $R_{\Gamma 1}$ $R_{\Gamma 2}$ basgançaklarynyň geçiş prosessiniň talap edilýän pursatyna (momentine) K1, K2 kontaktlaryň kömegi bilen gysgalmasyny göz önünde tutýar. Geçiş prosessiň bu momentine HTÝ-niň kesgitlenen tizligi we togy, wagt, ýol laýyk gelýärler. Şeýlelikde, HTÝ-niň işe goýberilişiniň awtomatlaşdyrmasy tizlik, tok, wagt we ýol ýagdaýy (prinsipi) boýunça mümkin.

Magnit akymy üýtgetmek bilen BBO-nyň HTÝ-niň tizligini sazlama.

Sazlamanyň bu usuly has ýönekeý we tygşytly, sebäbi sazlama HTÝ-niň az kuwwatly oýandyrma zynjyryna görä amala aşyrylýar. Bu usuly ulanmakda magnit akymynyň sazlanmasy, oýandyrma toguň I_0 peselmesiniň hasabyna nominal bilen deňeşdirende diňe peselme tarapa (gowşama) bolup geçýär. Bu indiki bilen düşündirilýär.

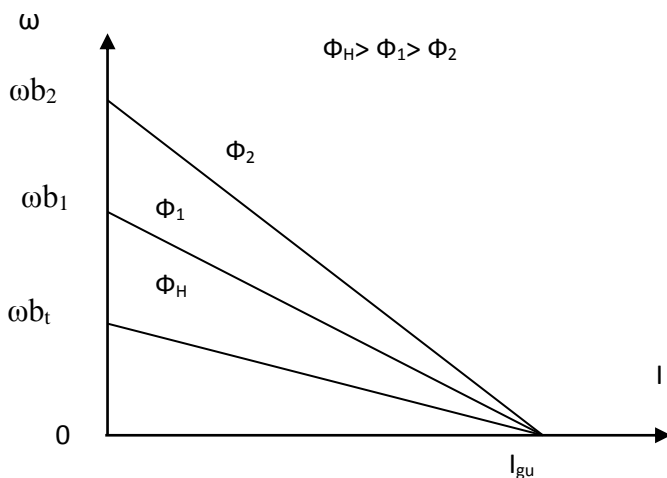
- 1) MA-nyň beýgelmesi HTÝ-niň oýandyrma togunyň laýyk beýgelmesi bilen dörelmeli, emma nominal (laýyk) I_0 nominal I_0 bilen döreýär, onda I_0 beýgelmesiniň nominaldan ýokary bolmagy HTÝ-niň goşmaça gyzmasyny döredýär, bu goýberilmeýär.
- 2) Ýörediji zawodda şeýle bir gurnalan we hasaplanan, onuň magnit ulgamy doýma golaý bolar ýaly.

Magnit akymynyň üýtgemesi bilen tizligi sazlama üçin birleşirme shemasy

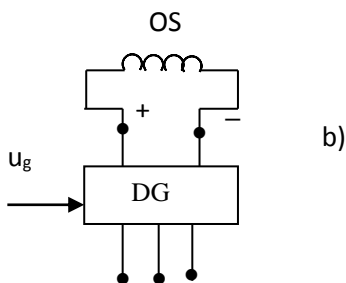


3.11-nji çyzgy. HTÝ-niň magnitlenme egrisi.

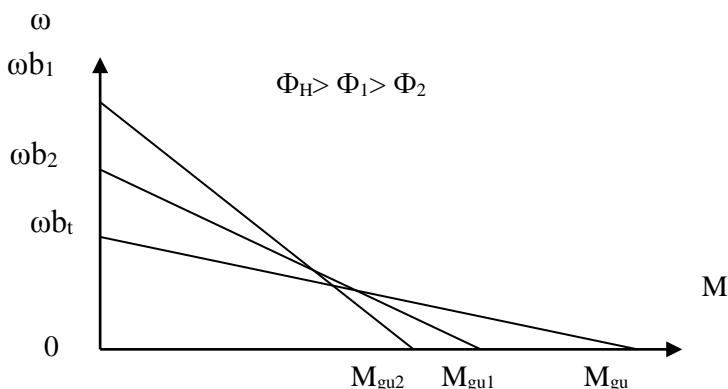
ДГ-доландырылган гонелдји
 U_g - доландырма signaly
 (b) shemasy has tygşytly we kuwwatly
 HTÝ-niň oýandyрма toguny sazlamak
 üçin ulanylýar.



3.12-nji çyzgy. Magnit akymyň üýtgemesiniň elektromehanigi.



Gysga utgaşma togy $I_{g,u}=U/R_{\pi}$
 MA bagly däl we üýtgemeyän
 bolup galar ($O, I_{g,u}$ koordinat bilen)
 $M_{k,z}=K\Phi_H I_{k,z}$



3.13-nji çyzgy. Mehaniki häsiýetnama.

$I_{g,u}=\text{const}$ bolany sebäpli, onda MA-nyň peselmesinde oňa göni baglanyşykda $M_{g,u}$ hem peselýär.

- 1) 3-4 tizligi sazlama aralygy.
- 2) Tebigy häsiýetnamadan ýokaryk-tizligi sazlamanýň ugry.
- 3) Tizligi endigan sazlama – oýandyрма toguň endigan sazlanmasy bilen kesgitlenýär.
- 4) Tizligiň durnuklygy MA peselende peselse hem, ol ep-esli ýokary.
- 5) Usul tygşytlý sebäbi sarp etmäniň ýitgi kuwwaty az.
- 6) Mümkün bolan ýüklenme

$$M_{müm}=K\Phi_H I_{nom} \quad (3.32)$$

nirede Φ_H -emeli häsiýetnamada $MA \Phi_u < \Phi_H$ bolsa, onda $M_{müm}$, ýagny HTÝ gyzyp bilmeýär.

Mümkin bolan ýüklenmäni kesgitlemek üçin, $I=I_H$ bolanda tebigy we emeli häsiýetnama üçin ýakoryň EHG görkezmesinden ugur alarys.

$$E_t = K\Phi_H \omega_H = u_H - I_H R_{ya} \quad (3.33)$$

$$E_e = u\Phi_e \omega_e = u_H - I_H R_{ya}$$

$$\Phi_e = \Phi \frac{\omega_H}{\omega_e}$$

$U_H - I_H R_s = \text{const}$ bolsa, onda $E_e = E_u$ netije w_u -emeli häsiýetnamanyň tizligi $I=I_H$ -de coňra bolýar.

$$M_{müm} w_u = M_H \Phi_H = P_H = \text{const}$$

Şeýlelikde HTÝ emeli häsiýetnamalarda işläpde, ol öz nominal kuwwatyna ýüklenen bolup bilýär. Bu usul EÝ-niň metal kesiji stanoklarynda, prokat stanoklarynda saráýjy gurnamalarynda ulanylýar.

3.6. Ýakora getirilýän güýjenmäniň bilen BBO-nyň HTÝ-niň koordinatalaryny sazlama

Bu usul bilen koordinatalaryň sazlanmasy, özgerdiji-ýörediji (Ö-Ý) ulgamsyny döretmek bilen hemişelik toguň (özgerdiji-Ö) dolandyrylýançeşmesinden amala aşyrylýar. Ö-Ý köplenç elektromaşyn, elektromagnit, ion we ýarym geçiriji özgerdijiler ulanylýarlar. OC hemişelik toguň aýratyn çeşmesinden iýmitlenýär, mysal üçin dolandyrylmaýan göneldijiden.

Özgerdiji umumy ýagdaýda EHG-niň E_0 içki garşylygy R_0 we güýçlenme koeffisiýenti $R_0 = E_0/U_g$ bilen häsiýetlenýär,

nirede U_g -giriş dolandyrma signaly. 3a sur. ýazdyrylan shemada özgerdijiniň çykyşyndaky güýjenme (I) toga bagly, ýagny:

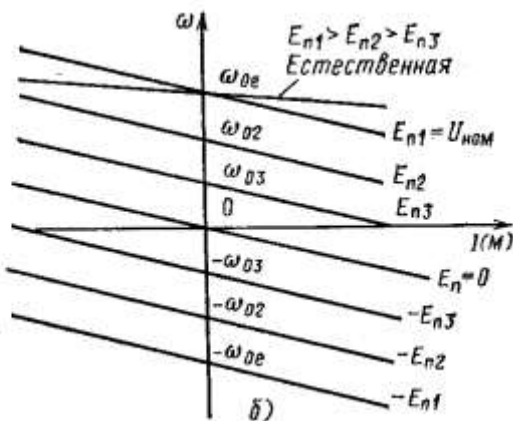
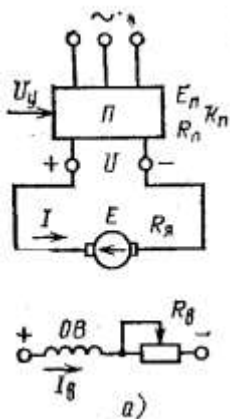
$$U = E_\theta - IR_\theta$$

Ö-Ý ulgamda häsiýetnamalar bolar:

$$\omega = \frac{E_\theta}{R\Phi} - \frac{I(R_{ya} + R_\theta)}{K\Phi} = \frac{K_\theta u_g}{K\Phi} - \frac{I(R_{ya} + R_\theta)}{K\Phi} = \omega\delta - \Delta\omega \quad (3.34)$$

$$\omega = \frac{E_\theta}{R\Phi} - \frac{M(R_{ya} + R_\theta)}{(K\Phi)_2} = \frac{K_\theta u_g}{K\Phi} - \frac{M(R_{ya} + R_\theta)}{(K\Phi)^2} = \omega\delta - \Delta\omega \quad (3.35)$$

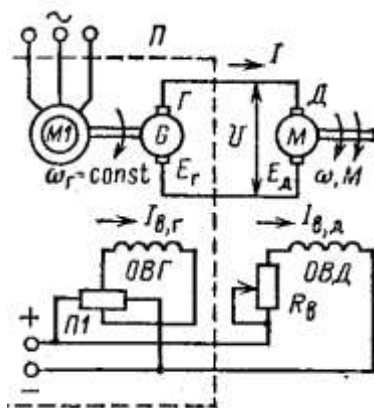
Bu ýerden E_n üýtgemegi bilen emeli häsiýetnamalarda ideal boş işlemäniň ω_0 tizliginiň göni baglanşykly üýtgeýändigini görnüp dur, häsiýetnamalaryň özünde bolsa $\Delta\omega$ tizligiň tapawudy üçin aňlatmada R_n garşylygyň barlygy zerarly uly ýapgydy bar.



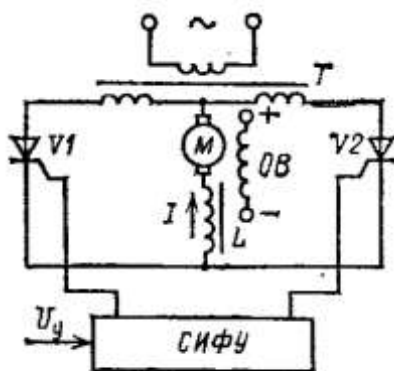
3.14-nji çyzgy. Ýakora getirilýän güýjenmäniň üýtgemegi bilen BBO-nyň

HTÝ-niň koordinatalaryny sazlama.

- 1) Sazlama aralygy-ulusy 10 çenli we ýokary.
- 2) Endyganlyk – häsiýetnamalaryň ýokary gatylygy we göni çyzyklygy.
- 3) Ugry – tebigydan aşak.
- 4) Dolandyrylýan göneldijiniň ($0,9 \div 0,92$) transformatorlarynyň ýokary PTK ($0,93 \div 0,98$) bilen kesgitlenýän EÝ-niň ýokary PTK.
- 5) Elektrik maşynlarynyň sanynyň azalmagy.
- 6) Işiň sessizligi, hyzmat etmegiň we ulanmagyň ýönekeýligi teristor özgerdiji – ýörediji (TÖ-Ý) generator – ýörediji (G-Ý). mysal edip G-Ý ulgamny göreliň.



3.15-nji gyrgyzy. G-Ý ulgamň shemasy



3.16-njy çyzgy. TÖ-Ý shemasy.

3.7. Ýakora getirilýän güýjenmäniň üýtgemegi bilen BBO-nyň HTÝ-niň momentini sazlama

HTÝ – niň ýakorynda güýjenmäniň sazlanmasy generatoryň oýandyрма togunyň I_{G0} üýtgemeginiň hasabyna bolup geçýär, onuň sazlanmagynda bolsa P1 potensimetriň kömegi bilen EHG E_r we laýyklykda güýjenme U üýtgeýärler. Bu ulgamda güýjenmäniň sazlanmasy, tizligiň iki çäkli sazlanmasyňyň üpjün edýän HTÝ-niň magnit akymyna etmek bilen utgaşyp biler.

G-Ý ulgamnyň gowy taraplary. HTÝ-niň tizliginiň sazlanmasyňyň endiganlygy we uly aralygy, häsiýetnamalaryň ýokary gatylygy we göni çyzyklygy, rekuperatiw duruzmanň, şeýle hem HTÝ-niň işiniň hemme energetik ýagdaýlaryny almak mümkinçiligi.

Kemçilikleri: üç esse edilen kesgitlenen kuwwat, pes PTK, sazlama prosessiň inersiýalylygy, işlände sessilligi.

Häzirki wagt ýarym geçiriji statiki özgerdijiler (teristor özgerdijiler) ulgamsynyň uly ähmiýeti bar.

Olar özünden nolly ýa-da köprüli bir fazaly ýa-da üç fazaly shema boýunça ýygnaýan, dolandyrylýan rewersiw ýa-da rewersiw däl göneldijileri emele getirýär. EÝ-niň bu görnüşiniň belli bir ösüş perspektiwalary transzistor özgerdijileriniň ulanylmagy bilen hem bagly. Şu günki gün güýç transzistorlary 1500B çenli güýjenmeli we 40A çenli tokly çykarylýarlar, bu EÝ-iň birnäçe on kilowatta çenli kuwwatly edip döretmäge mümkinçilik berýär. Şunuň bilen bilelikde olaryň bahasy teristorlaryň bahasy bilen deňşdirende mälim ýokary, çykarlyşy bolsa çäklenen.

TÖ-Ý sur. görkezilen, özgerdiji hökmünde, nolly shema boýunça ýygnaýan bir fazaly iki ýarymperiodly rewersiw däl göneldiji ulanylan.

Özgerdiji öz içine teristorlaryň impuls – fazaly dolandyryş ulgamsyny (I-FDS), iki teristory V1, V2 we iki ikilenji sarymsy bar bolan ylalaşdyryjy transformatory T alýar. Özgerdijiniň E_n EHG-niň orta bahasynyň üýtgemeginiň hasabyna HTÝ-de bolan U güýjenmäniň sazlanmasyny özgerdiji üpjün edýär. Muňa, olaryň tebigy açyş momentine (ýagdaýyna) laýyklykda V1 we V2 teristorlaryň açylmasynyň gijekme burçy özünden emele getirýän, teristorlaryň α dolandyрма burçunyň hasabyna ýetilýär. Dolandyrylýan wentiliň (teristoryň) tebigy açylyş momenti, haçanda anodyň potensialy, katodyň potensialyndan ýokary bolanda moment bolup durýar.

Haçanda $\alpha=0$ bolsa, ýagny V1 we V2 olaryň tebigy açylyş momentinde I-FDS-dan dolandyрма impulsaryny alýarlar, özgerdiji iki ýarymperiodly göneltmäni amala aşyrýar we HTÝ-G-ine doly güýjenme goýulýar. egerde indi IFDS-nyň kömegi bilen dolandyrmanyň impulsary bermegi, V1 we V2 tiristorlaryň tebigy açylyş momentinde däl-de, $\alpha \neq 0$ burça süýşme bilen amala aşyrsak, onda özgerdijiniň EHG pesel we bu ýagdaýa HTÝ getirilýän pes ortaça güýjenme laýyk bolýar.

Özgerdijiniň EHG-niň ortaça bahasy tiristorlary dolandyryş α burçdan baglanşyny şeýle:

$$E_{ort} = \frac{E_{\max \cdot m}}{\Pi} \sin \frac{\Pi}{m} \cos \alpha = E_{orto} \cos \alpha \quad (3.36)$$

Nirede m – fazalar sany, E_{\max} – özgerdijiň EHG-niň amplituda bahasy $E_{orto} - \alpha$ bolanda Ö-niň EHG.

Özgerdijiň EHG-niň titreýji häsiýetiniň girisilmesinde ýakaryň zynjyrynda HTÝ hem titreýji bolýar. Toguň şeýle häsiýeti, onuň kollektorynyň iş şertleriniň ýaramazlaşmasyna, energiýanyň goşmaça ýitgilerine we gyzmaklyga getirmek bilen, HTÝ-niň işlemigine zyýanly täsiri döredýär. Toguň tittemegini (pulsasiýasyny) peseltmek üçin ýakoryň zynjyryna (L) tekizlenýän reaktor ulanylýar.

Wentilli (teristorly) özgerdijiden iýmitlenýän HTÝ-niň elektromehaniki we mehaniki häsiýetnamalarynyň deňlemeleri şeýle görnüşde bolýarlar:

$$\omega = \frac{E_{egs} \cos \alpha}{K\Phi} - \frac{I(R_{ya} + R_{\theta})}{K\Phi} \quad (3.37)$$

$$\omega = \frac{E_{egs} \cos \alpha}{K\Phi} - \frac{M(R_{ya} + R_{\theta})}{K\Phi} \quad (3.38)$$

nirede $R_0 = X_T \cdot m / (2\pi) + R_T + R_L$ – özgerdijiň ekwiwalent garşylygy.

X_T – ikilenji sarga getirilen transformatoryň pytyramasynyň induktiw

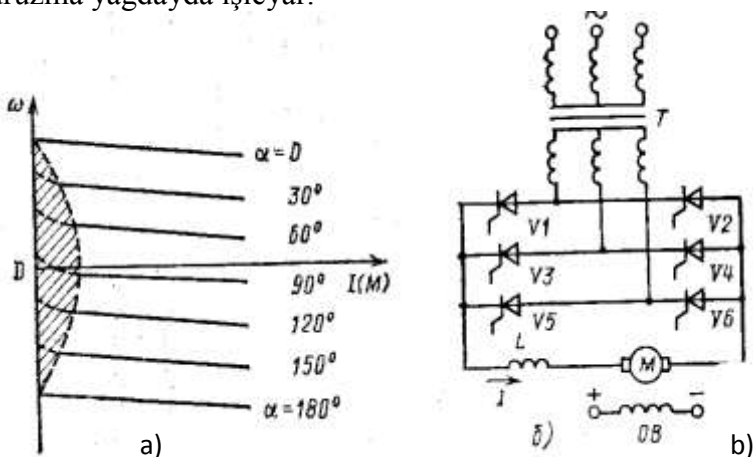
garşylygy.

R_T – transformatoryň aktiw garşylygy

R_L – L tekizleýji reaktoryň aktiw garşylygy.

Reňklenen (ştrihlenen) meýdanda häsiýetnamanyň gatylygynyň mälim üýtgemeginiň ýeri bar, netijede häsiýetnamalar бүтүнлөйін näçzyzykly bolýarlar. Özgerdijižeriň bir taraply geçirijiligi netijeli häsiýetnamalar diňe I we IV

kwadratlarda ýerleşýärler. Pes α burça HTÝ-niň has ýokary tizligi laýyk gelýär, emma $\alpha=90$, $E_n=0$ ýörediji dinamiki duruzma ýagdaýda işleýär.



3.17-nji çyzgy. 1.TÖ-Ýulgam boýunça rewersiwdäl.

3.8. Setden iýmitlenende togtamada rewersde (ters hereketde) we işe goýbermede BBO-nyň HTÝ-niň awtomatik dolandyrylşy

Wagt datçikleri, ýagny wagt relesi (hereket prinsipi boýunça wagt relesi mehaniki, elektomagnet, elektron elektromehaniki we başgalara bölünýär). Saklama wagty 0,5-5s.

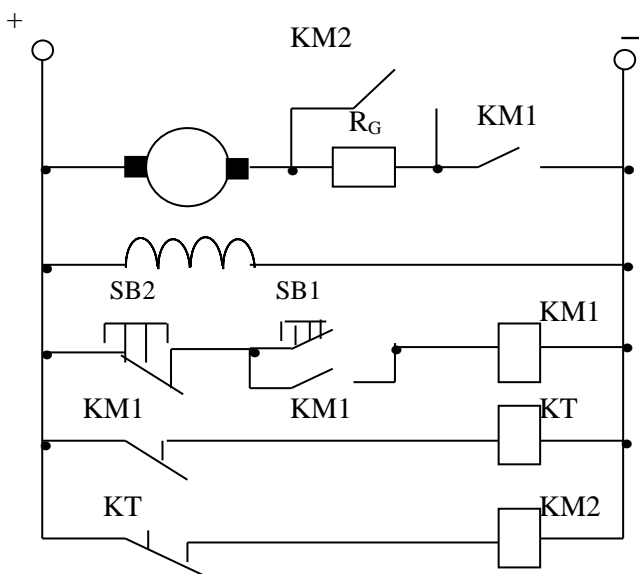
Tizlik datçiklary – ýapyk ulgamlarda tahogeneratorlar ulanylýarlar, ýapyk ulgamlarda işe goýberme, rewersi we togtamany dolandyrylanda tizlik datçiklary hökmünde köplenç HTÝ-niň özi ulanylýar, sebäbi ýakorda döreyän EHG HTÝ-niň tizligine göni baglanşykly (proporsional). Bu ýagdaýda, esasan tizlik prinsipiniň dürli görnüşliligi bolup durýan EHG-iň prinsipi boýunça gurlan shema diýilýär. HTÝ-niň okunda ornaşdyrylan tizligi garlag rele (TBR) bar.

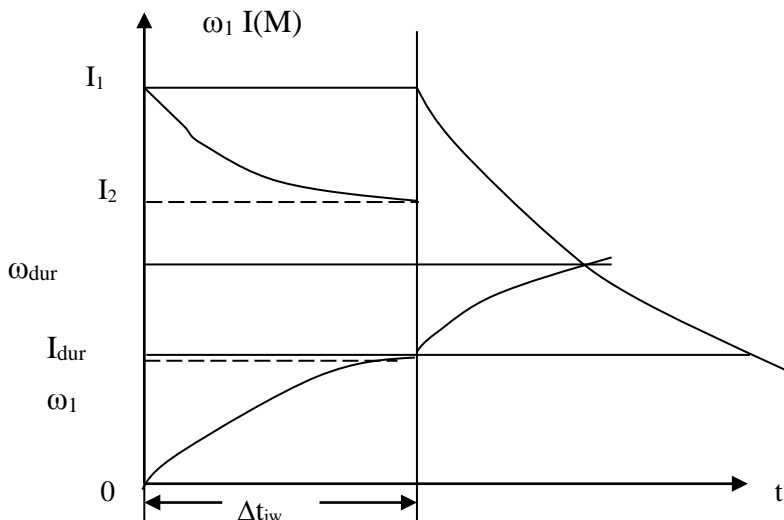
Toguň datçikleri – HTÝ-niň togunyň ýönekeý datçigi, ýakoryň zynjyryna birleşdirilýän şunt bolup durýar. Kã wagt şuntýň ýerine HTÝ-niň goşmaça polýusynyň sarymsy ulanylýar. Ýakoryň zynjyryna birleşdirilýän toguň relesi hem bar. Rele önünden bellenilip boljak kesgitli tokda işläp başlaýar.

Ýol datçyklary. Ýol datçyklary hökmünde ýoldaky we çetdäki öçürijiler ulanylýarlar.

a) HTÝ-niň işe goýbermesini dolandyрма.

Işe goýbermegi dolandyrmak üçin köplenç wagt funksiýasyndaky dolandyрма ulanylýar, EHG-de we tok funksiýasynda az ulanylýar.





3.18-nji çyzgy. Wagt prinsipi boýunça bir başgançakda BBO-nyň HTÝ-niň işe goýberilişi.

SB2, SB1 – duruzma, işe goýberme dolandyryş basmaly;

KM1 – elektrik ýolunyň kontaktory;

KM2 – tizleme kontaktory;

KT – wagt relesi;

R₂ – goşmaça rezistor.

Işe goýberilende shemanyň işi setden iýmitlendirmäniň berilmegi bilen başlanýar. Iýmitlendirmäni OB alýar we KM2 kontaktoryň zynjyrynda öz ýazdyryjy kontaktyny ýazdyryp KT relesi işläp başlaýar. Shema işe goýbermä taýyn.

Tizligiň ýa-da momentiň haýsy-da bolsa bir başlangyç bahadan w_i ýa-da M_i bahalara çenli üýtgemekleriniň t_{nn} wagtyny kesgitlemäne formula ýol berýär.

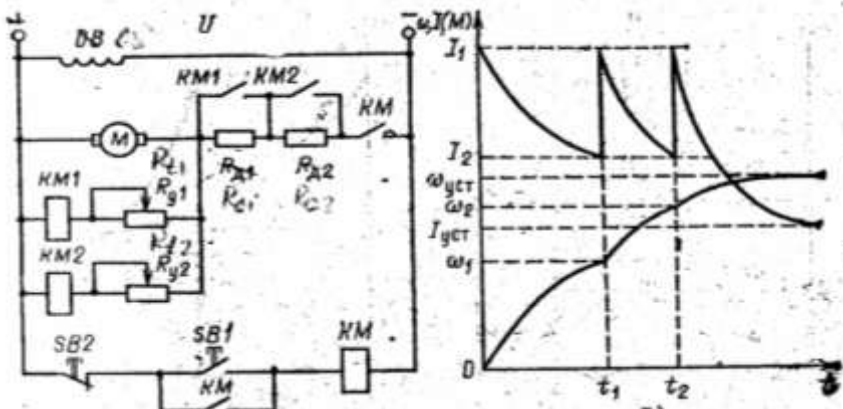
$$t_{nn} = T_m l_n \frac{\omega_{ust} - \omega_{nar}}{\omega_{ust} - \omega_i} = T_m l_n \frac{M_{nar} - M_{ust}}{M_i - M_{ust}} \quad (3.39)$$

$$\omega = (\omega_{nar} - \omega_{ust}) l^{-t/T_m} + \omega_{ust} \quad (3.40)$$

$$M = (M_{nar} - M_{ust}) l^{-t/T_m} + M_{ust}$$

Mysal üçin: ω_1 tizlikde t_{nn} wagtda, I_2 toga I_{ok} deň bolanda K_1 açar bilen K_{g1} gysgalýar.

SB1 basma basmak bilen HTÝ-ň işe goýberlişi amala aşyrylýar, soňra KM1 kontaktor ýमितlenme alar. Birleşip, ol öz baş kontakty bilen setiň naprýaženiýesine HTÝ-ni birleşdirýär. Ýörediji ýakoryň zynjyrynda K_g rezistor bilen batlanyp başlaýar. Bu wagt onuň KM1 kontaktorynyň goşmaça kontakty SB1 basmany şuntirleýär, ýazdyryjy goşmaça KM1 kontakt bolsa KT wagt relesiniň ýमितlendiriji zynjyryny üzýär. Wagt relesi ýमितlenmäni ýititrip, reostat häsiýetnamasynda HTÝ-niň iýleşşi wagtyna gabat gelýän $\Delta t_{u.b.}$ saklama wagtyň hasabyny başlaýar. $\Delta t_{u.b.}$ wagt aralygyndan soň KT ýazdyryjy kontakt KM2 kontaktoryň zynjyrynda ýapylar, soňkysy birleşer we özüniň baş kontakty bilen ýakoryň zynjyrynda K_g işe goýberiş rezistory gysgaldar. Ýörediji öz hakyky häsiýetnamasyna çykar, we şol boýunça hem öz batlanmasyny kadalaşanýagdaýyň nokadyna çenli dowam eder. b sur. işe goýberilende HTÝ-niň tizliginiň, togunyň we momentiniň üýtgemekleriniň grafigi görkezilen.



a) shema

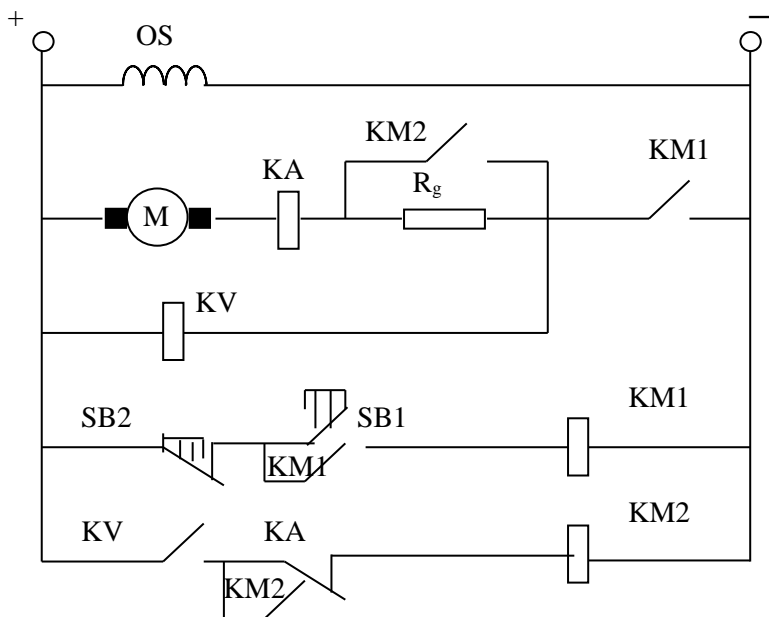
b) geçiş prosessiň grafigi

3.19-njy çyzgy. EHG-ň prinsipi boýunça iki basgançaga BBO-nyň HTÝ-niň işe goýberilişiniň shemasy.

Shemada KM1, KM2 tizlenme kontaktorlary HTÝ-niň ýakorynyň zynjyrynda birleşdirilen we R_{g1} , R_{g2} dolandyrys rezistorlaryň kömegi bilen belli bir tizlikde işlemäge sazlanan.

SB1 işe goýberme basmasyna basylanda elektrik ýolunyň KM kontaktory iýmitlenme alýar we onuň elektrik ýolunyň kontakty HTÝ-de utgaşyp sete birikýär. Ýörediji R_{r1} , + R_{r2} rezistorlar bilen başlanyp başlaýar. HTÝ-niň batlanmasyna görä onuň EHG-i ösýär we laýyklykda KM1, KM2 kontaktalaryň tegeginde naprýaženiýesine hem ösýär. ω_1 tizlikde KM1 işläp başlaýar, özüniň R_{r1} kontaktyny gysgaltma bilen, ω_2 tizlikde – KM2 R_{r2} -ni gysgaltma bilen. Ýörediji adaty häsiýetnama çykýar.

Tok prinsipi boýunça bir basgançaga BBO-nyň HTÝ-niň işe goýberliş shemasy.



3.20-nji çyzgy. Tok prinsipi boýunça bir bosgançaga BBO-nyň HTÝ-niň işe goýberliş shemasy.

Toguň relesi HTÝ-niň ýakornyň zynjyryna birleşdirilýär, onuň ýazdyryjy kontakty bolsa KM2 tizlenme kontaktoryň zynjyryna. Toguň relesi onuň goýberme togy I_2 toga laýyk geler ýaly sazlanýar. Şeýle hem shemada goşmaça blokirléjji KV relesi (naprýaženiýe) ulanylýar, ol öz hususy işläp başlama wagty toguň relesiniň KA işläp başlama wagtyndan ýokary bolar ýaly saýlanyp alynýar.

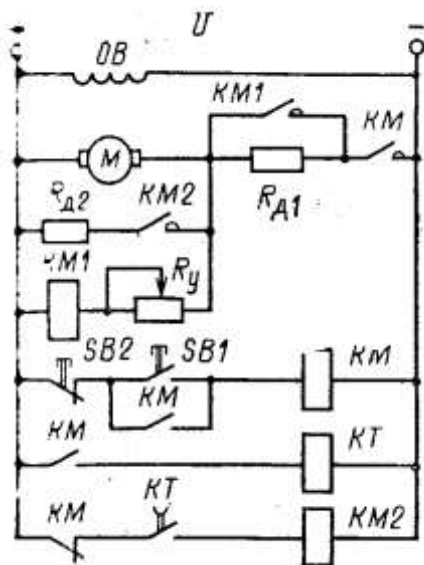
SB1 basma basylanda KM1 birleşýär, HTÝ-i batlanyp başlaýar. KM1 kontakt KM2 zynjyrynda öz ýazdyryjy kontakty ýazdyrýan KA toguň relesiniň işlemegini ýüze çykarar. Birnäçe wagtdan soň KV işläp başlaýr we KM2 zynjyrynda öz utgaşdyryjy kontaktyny utgaşdyrýar we ony birleşdirmäge taýarlaýar.

HTÝ-niň başlanmasyna görä ýakoryň togy I_2 bahasyna çenli peselýär. Bu ýagdaýda tok relesi oçýär we KM2

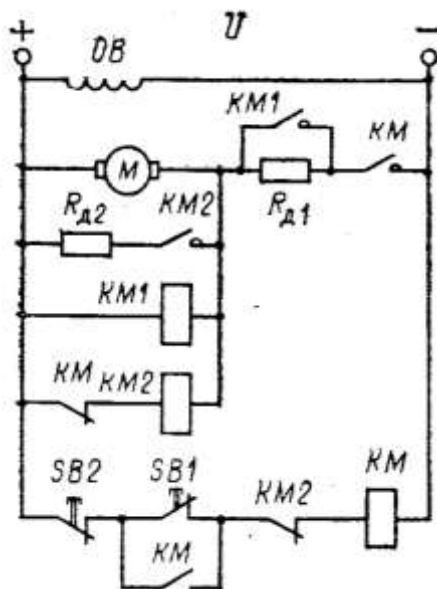
zynjyrynda öz ýazdyryjy kontaktyny üzýär. Soňkysy işläp başlaýar, onuň baş kontakty ýakoryň zynjyrynda R_r işe goýberiji rezistory gysgaldýar, goşmaça kontakt bolsa KA rele kontakty şuntlaýar. Şol sebäpden KA tok relesiniň ikilenç birikdirilmesi R_r gysgalmasyndan soň KA kontaktoryň öçmegini ýüze çykarmaz we HTÝ öz batlanmasyny hakyky häsiýetnama boýunça dowam eder.

3.9. HTÝ-niň rewersini (ters hereketini) we togtamasyny dolandyрма

Wagt prinsipi boýunça dinamiki togtamanyň we ýöredijiniň işe goýberilişini dolandyryş shemasy çyzgyda görkezilen.



3.21-nji çyzgy. Wagt prinsipi boýunça BBO-nyň HTÝ-niň dinamiki togtamasynyň we bir basgançaga işe goýberilişiniň shemasy.



3.22-nji çyzgy. EHG (tizlik) prinsipi boýunça BBO-nyň HTÝ-niň dinamiki togtamasyny we işe goýberilişini dolandyрма shemasy.

R_{r2} dinamiki togtama-birleşdirilmesi we öçürilmesi $KM2$ togtama kontaktory bilen amala aşyrylýar. Wagt prinsipi amala aşyrmak üçin utgaşdyryjy kontakty $KM2$ togtama kontaktoryň zynjyryna birleşdirilen KT wagtyň elektromagnit relesi ulanylýar. BBO-nyň HTÝ-niň işe goýberilişi EHG prinsipi boýunça amala aşyrylýar.

Togtamada shemanyň işini göreliň, aýdalyň işe goýberilişi gutardy. Elektrik ýolunyň KM kontaktorynyň işläp başlamagy HTÝ-niň birleşdirilmesinden we $SB1$ basmanyň şuntlamasyndan başga KT wagt relesiniň zynjyrynyň utgaşmasına we $KM2$ togtama kontaktorynyň zynjyrynyň ýazdyrylmasına getirdi. KT releniň kontaktynyň $KM2$

zynjyrynda utgaşmasy, soňkyny işe birleşdirmäge taýarlaýar. Togtamany amala aşyrmak üçin SB2 basmasyna basylýar. KM kontaktor ýmitlenmesini ýitirýär we setden HTÝ-öçürýär. KM2 togtama kontaktorynyň zynjyryndaky onuň ýazdyryjy kontakty utgaşýar, birinjisi işläp başlýar we öz baş kontakty bilen R_{r2} rezistory, HTÝ-ne birikdirýär, ony DT (dinamiki togtama) reksima geçirmek bilen. Bir wagtyň özünde KT wagt relesiniň zynjyryndaky KM utgaşdyryjy kontakt ýazdyrylýar, ol ýmitlenmäni ýitirýär we wagty hasaplap başlaýar. HTÝ-niň tizliginiň nola çenli peselmegine laýyk gelýän wagt aralygyndan soň KT wagt relesi öçýär we öz kontakty bilen KM2 kontaktoryň ýmitlenme zynjyryny üzýär. R_{r2} rezistor HTÝ-ň ýakoryndan öçürilýär we shema öz başlangyç ýagdaýyna gaýdyp gelýär.

EHG prinsipi boýunça DT-ny we işe goýbermegi dolandyryş shemasy (EHG prinsipi boýunça 17. sur.) menzeş, ýöne KM2 togtama kontaktorynyň tegegi HTÝ-niň ýakoryna KM kontaktorynyň ýazdyryjy kontaktynyň üstünden birikdirilendigi tapawut edýär.

HTÝ-ň işe goýberilmesi EHG prinsipi boýunça bir basgançaga amala aşyrylýar. HTÝ işe goýberlende we işlände KM2 togtama kontaktory KM ýazdyryjy kontaktor bilen öçürilen.

Togtama SB2 stop basmanyň basylmasy bilen ýerine ýetirilýär. KM kontaktor ýmitlenmesini ýitirip, HTÝ-ni setden öçürýär we öz ýazdyryjy kontaktory bilen KM2 kontaktoryň ýmitlenme zynjyryny utgaşdyrýar. Soňkysy işläp başlaýar we R_{r2} DT-nyň rezistoryny HTÝ-ne birikdirýärler. DT prosessi HTÝ-niň EHG-niň uly bolmadyk tilzikde KM2 kontaktory goýberme naprýaženiýasyndan az bolmaýança bolup geçer, ol öçýär we shema başlangyç ýagdaýa gaýdyp geler.

3.10. EHG funksiýasynda ters birikdirme bilen togtamany, rewersi we işe goýbermäni dolandyрма shemasy

HTÝ-niň dolandyрма boýunça agzalan operasiýalary üpjün etmek üçin shemada, "Öňe" we "Yza" şertli ugurlara laýyklykda HTÝ-niň aýlanmasyny ýerine ýetirýän KM1, KM2 elektrik ýol kontaktorlarynyň ikisi göz önünde tutulan. Bu esbaplaryň baş kontaktorlary rewersiwe köprüjigini döredýärler, onuň kömegi bilen HTÝ-niň ýakoryndaky naprýaženiýäniň polýarlygyny üýtgedip bolýar. Ýakor zynjyrynda R_{r1} işe goýberme rezistoryndan başga, KM3 ters birikdirme kontaktory bilen dolandyrylýan R_{r2} ters birikdirme rezistory hem birleşdirilen. TB togtamasynda we rewersde HTÝ-niň dolandyrylşy KV1, KV2 TB iki releleriň kömegi bilen amala aşyrylýar. Olaryň maksady TB ýagdaýynda ýakoryň zynjyryna goşmaça R_{r1} işe goýberme rezistoryna R_{r2} TB rezistory girizmegi üpjün-etmekde bolup durýar. Buňa KV1, KV2 releniň tegekleriniň birikdirilmeleriniň nokadyny saýlamak bilen ýetilýär (hasaplama usuly bilen).

Düşünikli bolar ýaly HTÝ-niň okundaky ýüklenme momentini kesgitlilik üçin nola deň edip alarys. TB releniň birikdirilme nokadyny tapmaga.

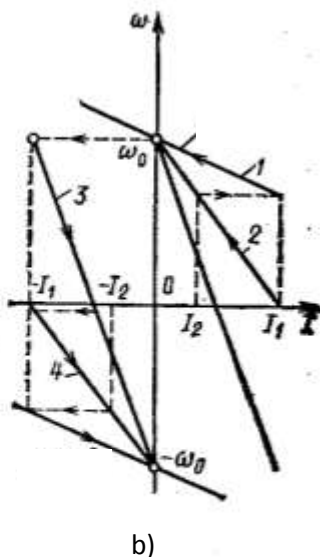
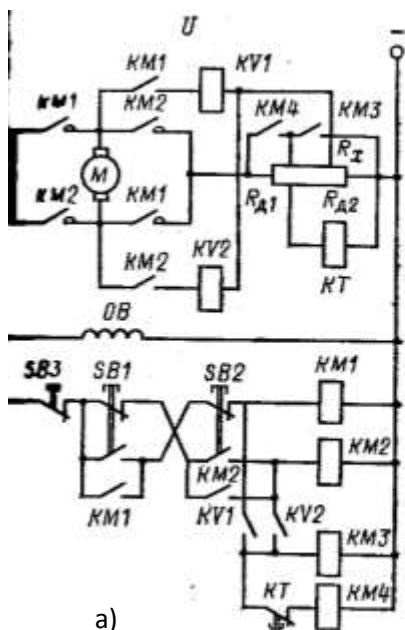
$$\begin{aligned} R_x &= 0 \quad U_{kv2} = U = const \\ R_x &= R; \quad U_{kv2} = -c, \omega \\ R_x &= 0,5R; \quad U_{kv2} = 0,5U \end{aligned} \quad (3.41)$$

KV2 relede naprýaženiýe

$$\begin{aligned} U_{kv2} &= U_{AC} = U - IR_x \\ I &= (U + E) / (R + (U + c\omega) / R) \\ U_{kv2} &= U_{AC} = U - (U + c\omega) R_x / R \end{aligned} \quad (3.42)$$

$$\begin{aligned} R_x &= 0 - de \quad U_{kv2} = U = const \\ R_x &= R - de; \quad U_{kv2} = -c\omega \end{aligned}$$

$0 < R_x / R < 1$ bolsa, häsiýetnama aralyk ýagdaýda bolýar.



3.23-nji çyzgy. EHG funksiýasynda ters birikdirme bilen rewersi, işe goýberme.

Wagt funksiýasynda bir basgançakda HTÝ-niň işe goýberilmesi amala aşyrylýar. SB1 basma basylanda KM1 kontaktor işläp başlaýar we sete HTÝ-niň ýakoryny birikdirýar. Naprýaženiýäniň peselmesiniň hasabyna R_{r2} rezistorda işe goýberiji tokdan, KM4 tizlenme kontaktyň zynjyrynda öz ýazdyryjy kontaktny ýazdyryp KT wagt relesi işläp başlaýar. KM1 birleşdirmesi KV1 releniň hem birleşdirmesine getirýär, ol KM3 zynjyrynda öz utgaşdyryjy kontaktny utgaşdyryp onuň birleşdirmesini ýüze çykarar. KM3 kontaktor birleşip, işe goýberilmede ulanylmaýan R_{r2} TB rezistory we bir wagtyň

özünde KT tegegi gysgaldýar. Soňkysy öz ýymitlenmesini ýitirip, saklanma wagtyny hasaplap başlar, mundan soň ol KM4 zynjyrynda öz utgaşdyryjy kontakty utgaşdyrýar. Ol işläp başlar, işe goýberiji R_{r1} şutlaýar we HTÝ hakyky häsiýetnama çykar.

HTÝ-niň "Öňe" işe goýberilşi başda emeli häsiýetnama-2 boýunça başlanýar. Ýöredijiň KM4 kontaktynyň işläp başlamagy we KT saklanma wagtynyň gutarmagy bilen, w_0 tizlige çenli batlanmasyny dowam edýän öz hakyky häsiýetnamasyny 1 geçýär.

Togtama üçin SB2 basma basylýar, KM4, KM3 kontaktorlar, KV1 rele, KM1 öçýärler we KM2 kontaktor birleşýär. HTÝ-de naprýaženiýe öz polýarlygyny üýtgedýär, we HTÝ R_{r1} we R_{r2} ýakoryň zynjyrynda iki garşylyklar bilen ters birikdirmegiň togtama ýagdaýyna geçýär. KV2 rele zynjyrynda KM2 kontaktoryň utgaşmasyna garamazdan, ol ýokarda agzalap geçilen sazlanmanyň netijesinde birikdirilmeýär we şonuň bilen bilelikde KM3 we KM4 birleşdirmäge we R_{r1} we R_{r2} şuntlamaga ýol bermeýär.

TB häsiýetnamasy–3. Bu häsiýetnamada $0 < \omega < \omega_0$ tizlikleriň bütin aralygynda HTÝ-si TB ýagdaýynda işleýär.

HTÝ-niň tizliginiň peselmegine KV2 tegeginde naprýaženiýe ösýär, we tizlik nola golaý bolanda ol işleme naprýaženiýe ýetýär. Egerde bu pursatda SB2 basma goýberilse, onda KM2 öçer, shema başlangyç ýagdaýa geler, we şunda HTÝ-niň togtama prosessi tamamlanýar.

Egerde kiçi tizliklere ýetilende SB2 basma basylan bolup galsa, onda KV2 birikdirilýär we HTÝ-ni işe goýberiş prosessi ters ugurda gaýtalanýar.

3.11. BBO-nyň HTÝ-niň dolandyrylşynyň

tejribe shemasy

Bu shema bir wagtyň özünde birnäçe işleri ýerine ýetirýär-tizligi işe goýberme, rewers (ters hereket), togtatma, sazlama. HTÝ-niň adaty däl iş ýgdaýlaryny, dürli bozulýş ýagdaýlarynyň önüni alýan goraw we blokirowka elementleri we baglaşdyryjy esbaplary bar.

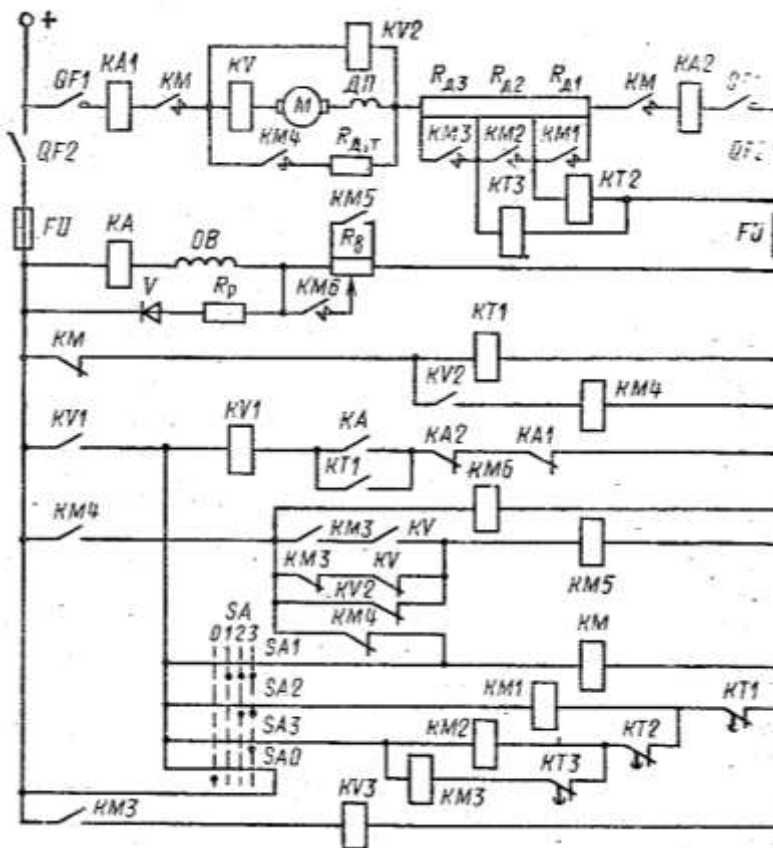
Bu shema magnit akymyň peselmeginiň tizligini sazlamagy, dinamiki totmagy, işe goýbermegi üpjün edýär. İşe goýberme wagt prinsipi boýunça üç basgançakda ýerine ýetirilýär, togtama – EHG prinsipi boýunça.

Dolandyryjy agzasy SA dolandyrys (komando-) kontroller bolup durýar-tutawajynyň dört ýagdaýy bar – biri nolda (başlangyç) b üç işçi.

Shemada: elektrik ýolunyň KM, KM4-dinamiki togtamanyň, KM1, KM2, KM3 – tizlenmäniň, KT, KT2, KT2-wagt rele, KV, KV2, KV3- dolandyrys rele, KM5-meýdany dolandyrys kontaktor, KM5-tygşytlyk kontaktor, R_{r1} , R_{r2} , R_{r3} - işe goýberiji, R_{dt} -DT, R_o -oýandyрма bar.

Baglaşdyрма, gorawlama we blokirowka elementleri – QF1, QF2 –awtomatiki öçürjiler, FU-saklaýjylar, KV1-napryáženiýäni derňeýji rele, KA1, KA2 – maksimal toguň relesi, R_p –zarýadszlandyryjy rezistor, V-wentil.

Işe goýberme. İşe goýberilmeden ön SA dolandyrys kontroller nol ýagdaýynda belleniپ goýulýar, soňra QF1 we QF2 birikdirilýärler we çatga hemişelik napryáženiýe berilýär. Oýandyрма sarymsynda oýandyрма togy emele gelýär, şeýle hem KA kontakty öz kontakty bilen KV1 ýakoryň zynjyrynda şuntlap KT1 işläp başlaýar. Egerde bu ýagdaýfa KA1, KA2 maksimal toguň relesi adaty ýagdaýda (birleşdirilmedik) bolsa, onda dolandyrys çatgnyň iýmitlenmesini öz utgaşdyryjy kontaktyndan taýarlap, KV1 rele işläp başlaýar.



3.24-nji çyzgy. Bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliniň dolandyrylşynyň tejribe shemasy.

Egerde iş prosessinde ýakoryň togy mümkin edilen derejesinden ýokary bolsa ýa-da HTÝ-niň oýandyrmasyň togunyň ýa-da iýmitlenmesiniň naprýaženiýesiniň rusgat berilmedik peselmesi bolsa, onda KV1 releniň ölçmesi bolar, dolandyryş shemanyň iýmitlenmesi kesiler we HTÝ setden öçüriler.

HTÝ-ni maksimal tizlige işe goýbermek üçin SA üçünji çetki ýagdaýa geçireris. Bu ýagdaýda KM işläp başlaýar, ýöredijä iýmitlenme berilýär, tordan batlanyp başlaýar. KT1 rele KM kontaktyň ýazdyrylmasy netijesinde iýmitlenmesini ýitirip, birinji basgançakdan işiniň saklanma wagtyny hasaplap başlaýar, KT2 we KT3 releler R_{r1} , R_{r2} rezistorlarda naprýaženiýäniň peselmeginden işläp başlap, KM2 we KM3 zynjyrlarynda öz kontaktoryny ýazdyrýar. Munuň bilen bilelikde KM6-tygşytlý we KM5 akymyň güýçlenme kontaktory birleşdirilýärler, netijede R_B şuntlanýar we HTÝ-niň işe goýberilmesi doly magnit akymda bolyp geçýär. Birnäçe wagtda soň KT1 ýazdyryjy kontakt ýapylar, $Km1$ birleşdiriler, R_{r1} işe goýberijiň birinji basgançagyny we bir wagtyň özünde KT2 rele tegegini şuntlaýar. Soňkusy öz saklanma wagtyny hasaplap, KM2 birleşdirer, ol KT3 we R_{r2} ikinji basgançagyny şuntlaýar. Soňra KT3 öz saklanma wagtyny hasaplap, KM3 birleşdirer we R_{r3} şuntlar, mundan soň HTÝ hakyky häsiýetnama çykýar.

R_{r3} şuntlanandan soň, KM5, KV2 we KV enjamlary bilen ýerine ýetirilýän, magnit akymyň gowşamasy başlanýar. KV-ýakoryň togunyň derňewini üpjün edýär. Toguň zarbalarynda KV rele birleşdirmäni ýa-da KM5 öçürmesini üpjün edýär, magnit akymy gowşadyp ýa-da güýçlendirip, netijede ýakor zynjyryndaky tok rugsat edilen çäklerden geçmeýär.

Togtatmak üçin SA tutowajy nol ýagdaýa geçiriýäris. Bu ýagdaýda KM öçürilýär we HTÝ setden öçýär. HTÝ işe goýberme prosesinde KV2 DT rele birikdirilendigi sebäpli, onda KM4 togtatma kontaktoryň zynjyryndaky KM ýazdyryjy kontaktyň utgaşmasy onuň birleşmesini ýüze çykarar. $R_{d.t}$ HTÝ-niň ýakoryna birikdirilen bolar we dinamiki togtatma bolup geçer. HTÝ-niň pes tizliklerinde onuň EHG KV2 releniň goýberme (saklanma) naprýaženiýasyndan pes bolar, ol öçer, KM4 kontaktory öçürer we togtatma prosessi gutarar. Dinamiki

togtarma doly magnit akymda bolup geçýändigini ýatda saklamaly.

3.12. Hemişelik togunyň wentil elektropriwodynyň elektrik üpjünçilik setine täsiri we bu täsiri peseltmegiň usullary

a) Hemişelik togunyň ЭП-siniň kuwwat koýeffisiýenti.

Naprýaženiýäniň БП-siniň kömegi bilen HB/ПТ–niň tizligi sazlananda ЭП–nyň $\cos \varphi$ iki faktorlar bilen kesgitlenýär: setiň naprýaženiýesine gatnaşyklykda setden sarp edilýän toguň 1- nji (esasy) häsiýetnamasy, φ_1 süýüşme burçy we şol bir toguň ϑ gyşarma koeffisiýenti

$$\cos \varphi = \vartheta \cos \varphi_1 \quad (3.43)$$

Bu ýerde:

$$\cos \varphi_1 \approx \cos(\alpha + \gamma/2) \quad (3.44)$$

$$\frac{I_{\text{ср}}}{I} = \frac{2\pi \sqrt{M} \sin\left(\frac{\pi}{m}\right) \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)}{\left(\frac{\gamma\pi}{2\sqrt{1}} - m\gamma/(6\pi)\right)}$$

I-setden sarp edilýän toguň hakyky bahasy;

I_1 -1-nji sarp edilýän toguň hakyky bahasy;

α_1 γ -laýyklykda wentilleriň dolandyрма we

komutasiýa burçlary;

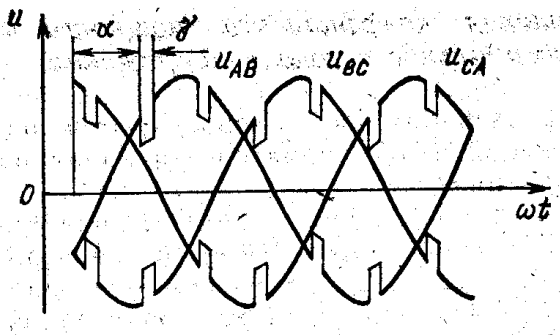
m-БП-nyň fazalarynyň sany;

Tizligiň peselmesi (sazlama çäginin ýokarlanmagynda) ýa-da ýüklenmäniň ýokarlanmagy Elektropriwodyň $\cos \varphi$ peselmesine (kiçelmegine) getirýär.

Otnisitel ω_* tizlikden $\cos \varphi$ baglylygy.

Sazlama araçäginden kuwwatyň ortaagramly sykly koeffisiýentiniň- $\cos \varphi_{\text{py}}$ baglylygy.

$$\cos\varphi_p = \frac{E}{E_{\text{maks}}} \cos\alpha = \frac{w}{w_{\text{ort}}} \quad (3.45)$$



3.25-nji çyzgy. Wentil ЭП – **nyň** işlemeginde setiň naprýaženiýesiniň gyşarmasy.

D Ö R Ü N J I B A P

ELEKROPRIWODDA GEÇİŞ PROSESSLERI

4.1. Setlerden bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliniň iýmitlenmeginde geçiş prosesler

Setden bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliniň iýmitlenmeginde mehaniki we elektromehaniki geçiş prosesleriniň ýerleri bar.

a) Mehaniki geçiş prosesler (GP)

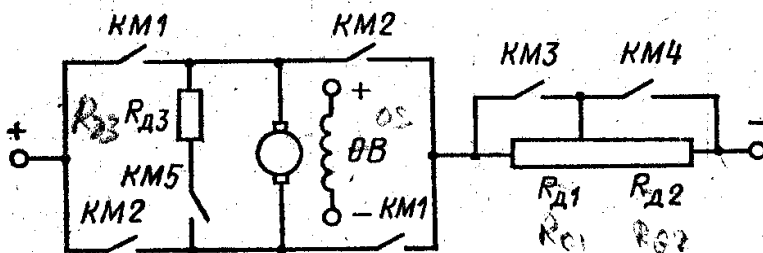
Bir basgançaga ýakoryň zynjyrynda elektromagnit inersiýanyň hasaba alman geçiş proseslere seredeliň.

Geçiş proses.

$$\omega = (\omega_{\text{baş1}} + \omega_{\text{kad2}}) e^{-t/T_m} - \omega_{\text{kad2}} \quad (4.1)$$

$$M = (-M_1 - M_c) e^{-t/T_m} + M_c \quad (4.2)$$

Işe göýberme, dinamiki togtama we rewers üçin bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliniň ýokary zynjyrynyň shemasy.



4.1-nji çyzgy.

Shemada KM1, KM2 – liniýaly kontaktorlaryň kontaktlary;

KM3- tizlenme kontaktorlaryň kontaktlary, tersbirikmäniňki–KM4, KM5-dinamiki togtatmanyňky;

R_{g1} – işe goýberme;

R_{g2} -tersbirikmäniňki;

R_T -dinamiki togtamanyňky.

Iş wagtlarynda tizligiň, toguň we momentiniň (pursadyň) wagtda üýtgemegi seredilip geçilýär, ýagny geçiş prosessleriň egrileri.

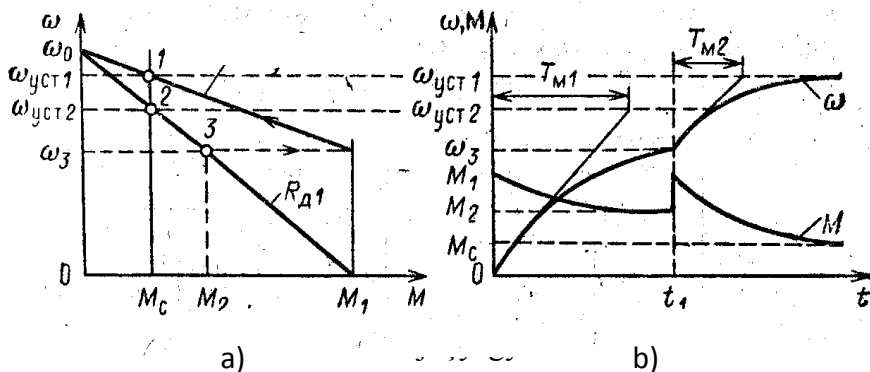
$M_c = \text{const.}$ Aň , işe goýbermede KML ýa-da KM2 we kontaktor KM4 R_{g2} -ni goýberiji R_{g1} bilen reostat häsiýetnama boýunça batalmaga başlaýar. Soňra belli pursatda geçiş prosessleri ýapylýar, kontakt KM3 dwigateli we R_{g1} -ni şuntirläp hakyky häsiýetnamasyna çykýar. Tebigy häsiýetnama şeýlelikde, dwigateliň işe goýberilmesiniň iki tapgyry bar: reostat we tebigy häsiýetnamalar boýunça batalma , bu ýagdaýda birinji tapgyrda koordinatalaryň ahyrky bahalary, ikinji tapgyr üçin şol koordinatlaryň başlangyç bahalary bolup durýarlar.

Tizligiň we pursadyň (momentiniň) başlangyç bahalary.

$$\omega_{\text{baş}} = 0$$

$$M_{\text{baş}} = M_1$$

Bu tapgyrlaryň ahyrky bahasy 2 nokat.



$\omega_{kad} 2$ we M_c - statiki momenti

$$T_{M1} = \frac{j\omega_0}{M_1} = \frac{j\Delta\omega}{\Delta M} \quad (4.3)$$

$$t_1 = T_{M1} \ln \frac{M_1 - M_c}{M_2 - M_c} \quad (4.4)$$

1 nokadyň hakyky bahasy $T_{M2} = \frac{j(\omega_0 - \omega_3)}{M_1} < T_{M1}$ işe goýbermede.

Egilme tizligiň başlangyjy (proizvodnysy) bilen kesgitlenilýär (T_{M1} we T_{M2})

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{(M_1 - M_c)}{j} \quad (4.5)$$

(t_{gp})-islendik bir başlangyç bahalardan ω_i ýa-da M_i bahalara çenli tizligiň we pursatyň üýtgeме wagty şeýle kesgitlenilýär.

$$t_{gp} = T_M \ln \frac{\omega_{kad} - \omega_{ba\dot{s}}}{\omega_{kad} - \omega_i} = T_M \ln \frac{M_{ba\dot{s}} - M_{kad}}{M_i - M_{kad}} \quad (4.6)$$

$$t_1 = T_M \ln \frac{M_1 - M_{kad}}{M_2 - M_{kad}} \quad (4.7)$$

ýa-da

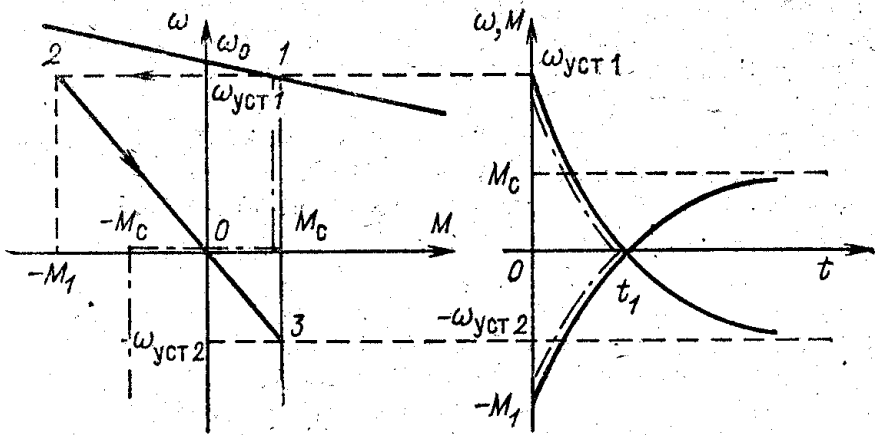
$$t_1 = T_M \ln \frac{M_1 - M_c}{M_2 - M_c} \quad (4.8)$$

- b) Setlerden bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliniň dinamiki togtamasy.

$\omega=f(M)$ dinamiki togtamada (DT) şeýle bolýar we

$$\omega = \frac{MR}{(k\Phi)^2};$$

Dinamiki togtamanyň amala aşmagy üçin, setden dwigatel öçürilip KM₁ kontakt aýrylýar (размыкается) we KM₅ kontakt ýapylýar, hemişelik toguň dwigateliniň ýakoryna R_T birikdirilýär. Bu ýagdaýda dwigatel hakyky häsiýetnamada 1 nokatdan, togtama amala aşyryljak dinamiki togtama häsiýetnamada 2 nokada geçýär.



4.3-nji çyzgy.

Aktiw ýa-da reaktiw - M_c ýüklenme momentyň (pursadyň) häsiýetine baglylykda – togtamanyň geçiş prosessleri dürli görnüşli bolar.

Ýüklenmäniň aktiw pursaty M_c üznüksiz çyzyk (liniýa).

Laýyklygyň başlangyç bahalary 2 nokatda

$$\omega_{baş} = \omega_{kad1}$$

$$M_{baş} = -M_1$$

Ahyrky bahalar 3 nokatda

$$\omega_{ah} = -\omega_{kad1}$$

$$M_{ah} = -M_c$$

Wagtyň mehaniki hemişeligi şu aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$T_M = j\omega_{kad} / M_1 \quad (4.9)$$

$$\omega = (\omega_{kad1} - \omega_{kad2})e^{-t/T_M} - \omega_{kad2} \quad (4.10)$$

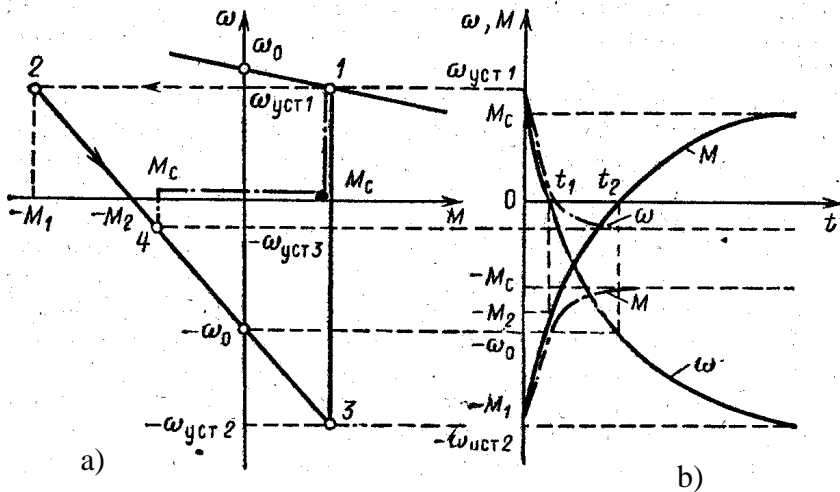
$$M = (-M_1 - M_c)e^{-t/T_M} + M_c \quad (4.11)$$

Reaktiw pursat üznükli (punktir) çyzyk, aktiw pursat liniýa (çyzyk).

ç) Dwigateliň rewersi

1) $t=t_1$ bu ýagdaýda $\omega=0$; $M=-M_2$.

2) $t=t_2$ bu ýagdaýda $M=0$, $\omega=\omega_0$.



4.4-nji çyzgy.

$$T_M = \frac{j \omega_o}{M_2} \quad (4.12)$$

Bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliň geçiş prosessler.

d) Setlerden bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliň goşulma we aýrylma (наброс и сброс) ýüklenmesi.

Toguň pursadynyň we tizligiň laýyklykdaky üýtgemesine getirýän dwigateliň okunda (walynda) ýüklenme

pursadynyň üýtgemeginde geçiş prosessleriň ýene bir görnüşiniň ýeri bar

$$T_M = \frac{j\omega_o - \omega_{kad}}{M_c} \quad (4.13)$$

4.2. Ýakoryň zynjyrynyň induktiwligini hasaba alylanda elektromehaniki geçiş prosessler

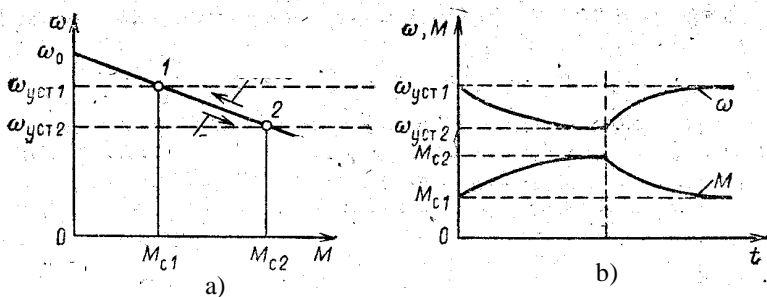
Bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliniň iýmitlenmeginde geçiş prosessleriniň ýakorynyň zynjyrynyň induktiwligi hasaba alnanda gysga urgaşmanyň şu deňleme bilen beýan edilýär.

$$U = \kappa\Phi\omega + IR_{\dot{y}a} + l_{\dot{y}a} \frac{dI}{dt} \quad (4.14)$$

$$M = M_c + j \frac{d\omega}{dt} \quad (4.15)$$

$$M = \kappa\Phi_u I \quad (4.16)$$

$L_{\dot{y}a}$ – ýakoryň zynjyrynyň induktiwligi, Gn .



4.5-nji çyzgy.

(1-3) deňlemeleri özgerdip dwigateliň tizligi üçin başlangyç differensial deňlemeri alýarys.

$$T_{\dot{y}a} = T_m \frac{d^2 \omega}{dt^2} + T_m \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega - \frac{R_{\dot{y}a} M_c}{C^2} - \frac{L_{\dot{y}a} d M_c}{dt} \quad (4.17)$$

$$T_{\dot{y}a} = \frac{L_{\dot{y}a}}{R_{\dot{y}a}} - \text{zynjyryň ýakorynyň wagtyňyň elektromagnit}$$

hemişeligi

Deňlemäni hasaplanymyzda , laýyklykda gusga utgaşmanyň görnüşi, häsiýetnama deňlemäniň köklerini kesgitleýän T we T wagtyň hemişelikleriniň gatnaşyklarynda bagly.

$$T_{\dot{y}a} = T_m \cdot p^2 + T_m \cdot p + 1 = 0 \quad (4.18)$$

$T_M > 4T_{\dot{y}a}$ bolsa (5) deňlemäniň köklerini hakyky we otrisatel bolar we deňleme şeýle görnüşinde bolar

$$\omega = \omega_o - \frac{R_{\dot{y}a} M_c}{C^2} - C_1 e^{p_1 t} + C_2 e^{p_2 t} \quad (4.19)$$

Yzygider oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigateliň YO HTD işe goýberme shemasy, statiki häsiýetnamalary we iş tertibi (режим). Oýandyryjy sarymyň bagly däl hemişelik togunyň dwigateliň ýakoryň sarymy (\dot{Y}_a S) bilen yzygider işe goýberilýär, netijede $I_{\dot{y}a}$ ýakor togy oýandyрма togy hem bolup durýar. $I_{\dot{y}a} = I_{o\dot{y}}$ umumy garşylyk

$$R = R_{\dot{y}a} + R_{ob} + R_g$$

Onda elektromehaniki we mehaniki häsiýetnama şeýle beýan edilýär: elektromehaniki häsiýetnama

$$\omega = \frac{U - TR}{K\Phi(I)} \quad (4.20)$$

Mehaniki häsiýetnama

$$\omega = \frac{U}{K\Phi(I)} - \frac{MR}{[K\Phi(I)]^2} \quad (4.21)$$

Bagly däl hemişelik togunyň dwigateliniň yzygider oýandyryjyly işe goýberme shemasy (a) we magnitlenme egrisi (b)

Iň ýönekeý ýagdaýda magnitlenme egrini göni çyzyk (üznükli, punktir) bilen görkezilip bolýar, onda deňlemäni şu görnüşde beýan edip bolýar:

$\Phi = \alpha I$ (3) bu ýerde $\alpha = tg\varphi$ kabul edilen ýakyn görkezilende (approksimasiýada) bagly däl oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliniň pursatynda toguň kwadratiki funksiýasy bolup durýar

$$M = K\Phi I = K\alpha I^2 \quad (4.22)$$

Soňra
$$\omega = \frac{U}{K\alpha I} - \frac{R}{K\alpha} \quad (4.23)$$

Elektromehaniki hasiýetnama

$$M = \frac{U}{\sqrt{K\alpha M}} - \frac{R}{K\alpha} \quad (4.24)$$

Mehaniki häsiýetnama

Şeýlelikde (4.23, 4.24) –dan şu netijä gelýäris;

- 1) Eger –de $I \rightarrow 0; M \rightarrow 0; \omega \rightarrow \infty$ bolsa ýagny tizligiň oky bagly däl hemişelik toguň dwigateliniň häsiýetnamalary üçin dik (wertikal) asimptota bolup durýar(göni tükeneksizlik).

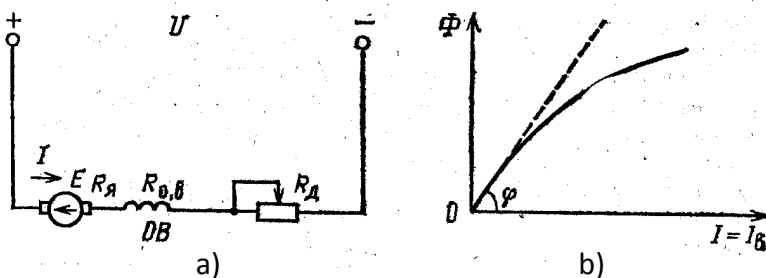
- 2) Eger-de $I \rightarrow \infty; M \rightarrow \infty; \omega = -R/(K\alpha)$ bolsa, ýagny $\omega_0 = -R/(K\alpha)$ ordinataly göni çyzyk hemişelik toguň dwigateliniň häsiýetnamalarynyň kese (gorizontal) asimptotasy bolup durýar.
- 3) $\omega(I)$ we $\omega(M)$ baglylyklar giperboliki häsiýetli bolýarlar. Teoriýada $I \rightarrow 0; M \rightarrow 0; \Phi \rightarrow 0; \omega_0 \rightarrow \infty$ bellidir, ostatoçnyý Φ_{ost} akymynyň barlygy sebäpli, şeýle tizlik bolup biljekdigini we şu deňleme bilen kesgitlenip bilmejekdigini belläp geçeliň

$$\omega_0 = \frac{U}{K\Phi_{ost}} \quad (4.25)$$

4.3. Ýakoryň zynjyrynda rezistoryň kömegi bilen bagly däl dolandyryjyly hemişelik toguň dwigateliniň koordinatalaryny sazlamak

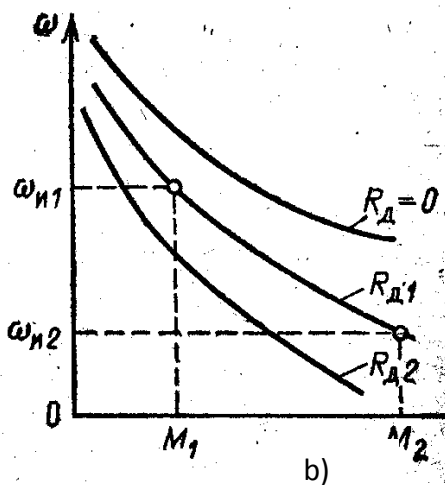
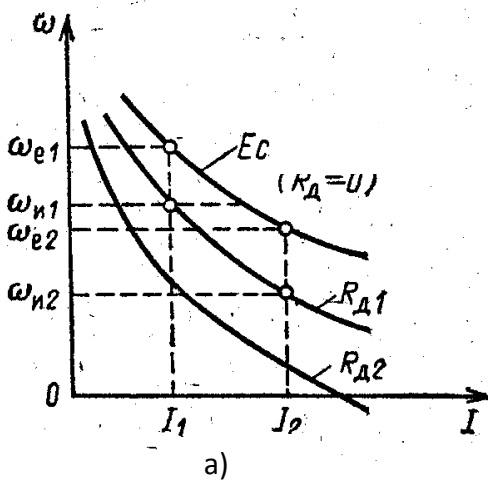
Reostat häsiýetnamalary gurmak üçin şu indikileri belläp geçeliň:

- 1) $I \rightarrow 0; M \rightarrow 0; \Phi \rightarrow 0; \omega_0 \rightarrow \infty$ hemme häsiýetnamalar üçin bolanda;



4.6-njy çyzgy.

- 2) Toguň we pursatyň bellige alynmagynda R_g ýokarlanmagy tizligiň peselmegine getirýär.



4.7-nji çyzgy.

tebigy
$$\omega_t = \frac{U - I(R_{\dot{y}a} + R_{o\dot{y}})}{\kappa\Phi} \quad (4.26)$$

emeli

$$\omega_e = \frac{U - I(R_{\dot{y}a} + R_{o\dot{y}} + R_g)}{\kappa\Phi} \quad (4.27)$$

şu gatnaşygy alalyň

$$\frac{\omega_t}{\omega_e} = \frac{U - I(R_{\dot{y}a} + R_{ob} + R_g)}{U - I(R_{\dot{y}a} + R_{ob})} \quad (4.28)$$

$$\omega_e = \omega_t \frac{U - I(R_{\dot{y}a} + R_{ob} + R_g)}{U - I(R_{\dot{y}a} + R_{ob})} = \omega_t \frac{E_e}{E_t} \quad (4.29)$$

$$R_{\dot{y}a} + R_{OB} \approx 0,75 \frac{U_H(1-\eta_{\kappa})}{I_{nom}} = 0,75 R_{\kappa}(1-\eta_{\kappa}) \quad (4.30)$$

$$R_{\dot{y}a} = 0,5(1-\eta_{\kappa}) \frac{U_H}{I_H}$$

$$R_b = 0,5 R_{\dot{y}a}$$

$$R_g = \left(1 - \frac{\omega_{ei}}{\omega_{ti}}\right) \times (R_i - R_{\dot{y}a} - R_{OB}) \quad (4.31)$$

$$R_g = \left(1 - \frac{\omega_{ei}}{\omega_{ti}}\right) \times \left(\frac{U}{I_i} - R_{\dot{y}a} - R_{OB}\right) \quad (4.32)$$

Bu ýerde

$$R_i = \frac{U}{I_i}$$

Şu berilenleri salgylanýarys

$$I_2 = (1, 1 \div 1, 2) I_c$$

soňra şu bahany tapýarys

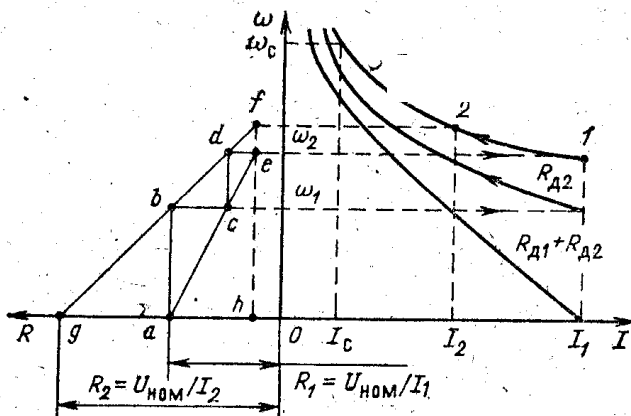
$$O_h = R_{ya} + R_{OB}$$

we koordinatalaryň başyndan $R_{\text{ýa}} + R_{\text{OB}} = 0$ aralykda hf dik (wertikal) çyzygy ikinji kwadratda geçirýäris

$$dc=R_{g2}$$

$$R_1 = \frac{U_H}{I_1}$$

$$R_2 = \frac{U_H}{I_2}$$



4.8-nji çyzgy.

Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliniň işe goýberme diagrammasynyň hasaby we gurluşy

$$R_{Д1} = bc$$

$$R_{Д2} = dc$$

tapýarys

1. Bagly däl oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliniň tebigy häsiýetnamasyny gurýarys ($\omega = f/I$).

2. $I_1 = (2-2,5) I_H$ we $I_2 = (1,1+1,2) I_c$ salgylanyp hakyky häsiýetnama bilen kesişýänçä bu toklara laýyk gelýän dik çyzyklary geçirýäris.

3. $R_{ya} + R_{oy} = 0,75 (1-\eta) U_n / I_n$ kesgitleliň. Ikinji dörtburçlykda koordinatlaryň başynda oh = $R_{ya} + R_{oy}$ aralykda hf dik (wertikal) çyzygy geçirýäris.

4. 1 we 2 nokatlardan hf çyzyk bilen e we f nokatlarda kesişýän kese, göni çyzyklary geçirýäris.

5. Koordinatalaryň başyndan

$$oa = R_1 = \frac{U_n}{I} \quad (4.33)$$

kesikleri geçirýäris.

6. a we e, g we f nokatlary birikdirip iki sany göni çyzygy alýarys.

$$\omega = f(R_1) \text{ we } \omega = f(R_2)$$

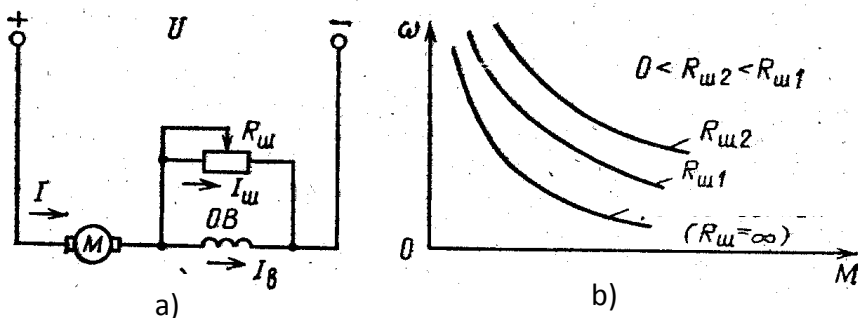
7. a nokatdan b nokatda gf göni çyzyk bilen kesişýänçä dik (wertikal) çyzygy geçirýäris, soňra b nokatdan ae göni çyzyk bilen c nokatda kesişýänçä kese (gorizontal) çyzygy geçirýäris. Edil şoňa menzeşlikde cd we de kesikleri gurýarys.

Gurluşdan görnüşi ýaly , *bc* we R_{g1} işe goýberiji rezistorlaryň birinji basgançagyna laýyk gelýär, *de* kesik R_{g2} ikinji basgançaga . Işe goýberme pursady $\omega=0:I=I_1$,

$$R=R_{ya} + R_{ob} + R_{g1} + R_{g2} \quad (4.34)$$

4.4. Magnit akymynyň we naprýaženiýäniň üýtgemegi bilen yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliň tizligini sazlamak

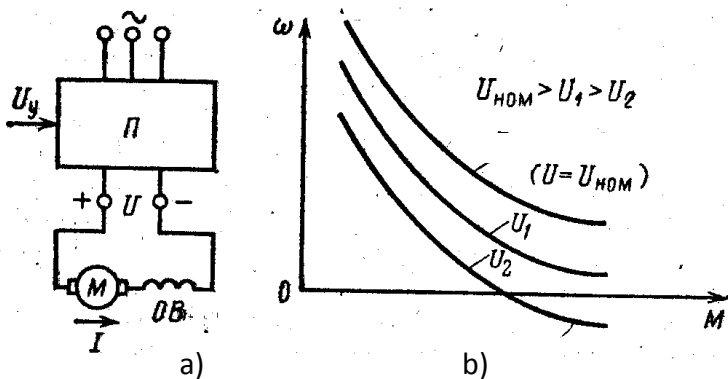
Magnit akymynyň üýtgemesi bilen yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliň tizligini sazlamak.



4.9-njy çyzgy.

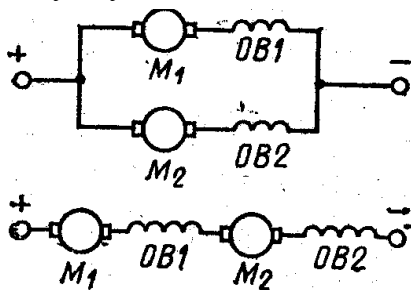
Hemişelik toguň dwigateliň ýakorynyň bellige alynan pursatynda (togynda) R_m peselmegi I_{ya}, Φ peselmegine getirýär, bu öz gezeginde dwigateliň tizligiň ýokarlanmagyny ýüze çykarýar.

Naprýaženiýäniň üýtgemegi bilen yzygider oýandyryjyly dwigateliň tizligini sazlamak.



4.10-njy çyzgy.

Napryaženiýäniň üýtgemegi bilen bagly däl oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateli üçin ýeri bolýar. Käbir praktiki ýaýramagy tizligiň napryaženiýesiniň bagly däl oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateli kpdwigatelli elektrik hereketegetirijiniň üýtgemegi bilen alan, haçan-da iki birmeňzeş dwigatel bir umumy oka işlänlerinde elektrik hereketegetirijiniň şeýle ulgamy elektrik ulaglarda, kuwwatly guýujy kranlarda, jaýyň galdyryjylarynda (podýomniklerde) we ş.m. ulanylýarlar. Dwigatele eltilýän napryaženiýäniň üýtgemegi bu ýagdaýda olaryň yzygider ýa-da parallel birikdirilmesi bilen ýetilýär.

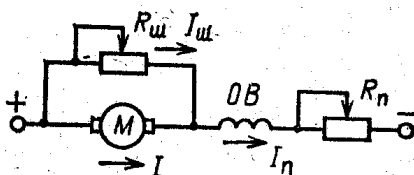


4.11-nji çyzgy.

Parallel birikdirilmede naprýaženiýe doly berilýär we tizlik uly bolýar, yzygiderde-dwigatellere naprýaženiýäniň ýarysy berilýär we aýlow tizligini iki esse peselderler. Bu ýerde tizligini iki esse peselderler. Bu ýerde tizligiň diňe badgançakly sazlamasyny üpjün edýärler.

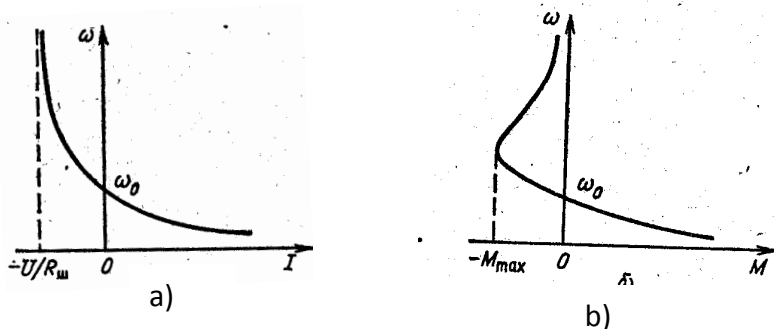
4.5. Ýakoryň şuntirlenmesi bilen shemalarda yzygider oýandyryjly hemişelik tizligini sazlamak

Ýakoryň şuntirlemesinde yzygyder oýan-dyryjly hemişelik shemasy we häsiýetnamasy. Tejribede yzygider oýandyryjly hemişelik ýakoryň şuntirlenmesi bilen shemalar ulanylýar.



4.12-nji çyzgy.

Ýakoryň togy $I=0$ bolanda oýandyрма tok (I_y -yzygider tok) $I_0=I_y$ şunt rezistoryň R_s barlygynyň hasabyna nola deň bolmaýar. Şol sebäpden magnit akymy hem noldan tapawutly bolýar we dwigateliň ideal boş işlemäniň ω_0 kesgitli ahyrky tizligi bolýar.



4.13-nji çyzgy.

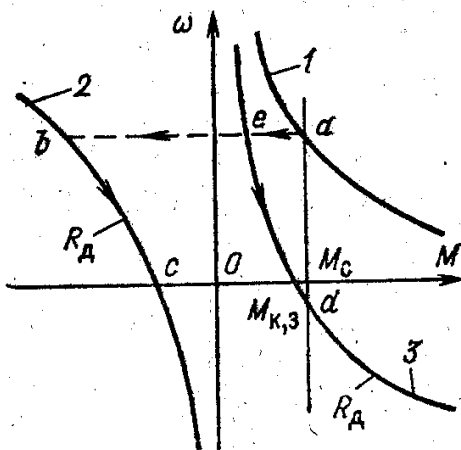
Dwigateliň tizligi ω_0 -dan uly bolanda ýakordaky tok öz ugruny üýtgedýär we $I_0 = I_y$ tok tizliginiň ösmegi bilen peselýär. Ýakoryň togunyň $I = -\frac{U}{R_{\Sigma}}$ baha ymtylanda I_0 tok we

magnit akymy nola ymtylýar, dwigateliň tizligi bolsa $\rightarrow \infty$

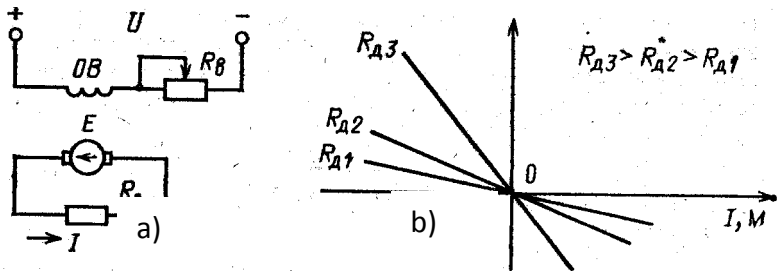
Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliň tizligiň ýakorynyň şuntirlenmesi bilen shemalar hereketiň pes tizliklerini üpjün etmek üçin ulanylýar, şeýle hem ideal boş işlemäniň kesgitli tizligini almak üçin şeýle shemalar elektrik ulaglarda elektrik hereketetirijilerinde we ş.m. ulanýarlar.

Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliň hemişelik tizligiň togtadylmasy.

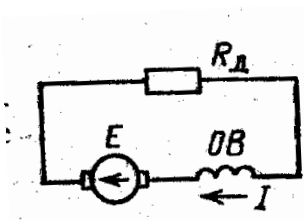
M_C -ýüklenmäniň aktiw pursaty



4.14-nji çyzgy. Yzygider oýandyryjynyň hemişelik toguň dwigateliň ters birikmesiniň togtadylmagy.



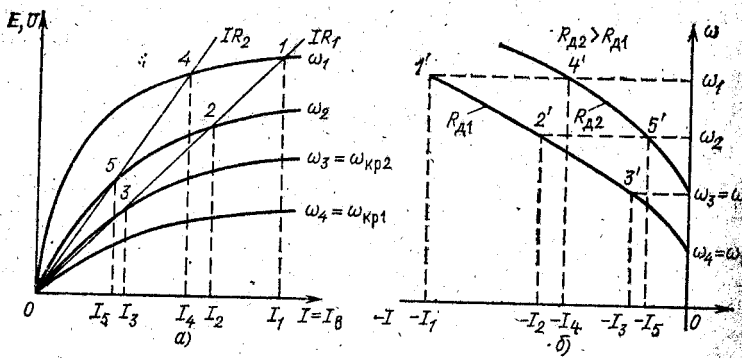
4.15-nji çyzgy. Yzygider oýandyryjynyň hemişelik toguň dwigatelinin garaşsyz oýanmasy bilen dinamiki togtadylmasy.



4.16-njy çyzgy. Öz-özi oýandyrmaly dinamiki togtatmanyň shemasy.

4.6. Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigatelinin dolandyрма shemasy

Yzygider oýandyryjynyň hemişelik toguň dwigatelinin dolandyрма shemasyny rewers we wagt usuly boýunça iki basgançakly işe goýberme ýa-da elektrik hereketlendiriji güýç boýunça ters biriktirme bilen togtatma seredip geçeliň. Kontaktorlar KM, KM1, KM2, KM3, KM4 –birpolýuslylary, KM7 – tersbirikme, KV1,KV2 – ters birikme relesi, QF1, F2 birikdirijiler, FA goraýjylar (predohraniteller) .



4.16-njy çyzgy.

Dolandyryjy agzalar, üç ýagdaýly (O,Π,H) SA komandakontrollar bolup durýar. Elekrtik hereketegetirijiniň gorawyny KA1, KA2 maksimal rele, KV naprýaženiýe rele we FA goraýjylar üpjün edýärler. Tersbirikme KV1, KV2 releler hem şonuň ýaly gurnalýarlar (R_n rezistora birikdirme nokadyny saýlama bilen) Dwigateli, mysal üçin “B” ýagdaýda “Öňe” geçirmek bilen işe goýberme, bu KM, KM1, KM2 işläp başlamaklaryna we sete hemişelik toguň dwigatelinin birikdirilmesine getirýär. İşe goýberme toguň hasabyna dörän R_n, R_{g1}, R_{g2} , naprýaženiýäniň düşmegi, KM5 KM6 zynjyrynda öz kontaktorlaryny üzýän KT1, KT2 releleriň birikmesini ýüze çykarar.

Munuň bilen bilelikde KV1 rele işläp başlaýar we öz kontakty bilen KM7 kontaktora iýmitlenme berer. Soňkysy işläp başlap R_n tersbiriktirmäniň basgançagyny we birwagtyň özünde KT1 rele tegeginini gysgaldar, ol bolsa iýmitlenmäni ýitirip başlar. Soňra, tertip boýunça wagtyň funksiýasynda işe goýberme R_{g1}, R_{g2} rezistorlaryň basgançaklarynyň yzygider gysgaldylmasy bolup geçer.

Rewers üçin SA komandakontrollar “Yza” ýagdaýa geçirilýär. Onuň bu ýagdaýa geçmeginde KM1, KM2, KM7, KM5, KM6 apparatlar R_n, R_{g1}, R_{g2} rezistorlaryňakoryň

zynjyryna girizip we şonuň bilen hemişelik toguň dwigatelini rewersa ýa-da togtama taýýarlap öçürlýär .

KM, KM3, KM4 indiki birikdirilmelerinde dwigateliň ýakorynda naprýaženiýäniň polýarlygy üýtgeýär we ol ters birikdirilme bilen togtatma ýagdaýa geçýär. Özüniň sazlanmasyna laýyklykda KV2 rele öz ýýmitlenme zynjyrynda KM3 kontaktoryň utgaşmasyna garamazdan işläp başlaýar, netijede KM7, KM5, KM6 kontaktor ýýmitlenmeden kesilýär we togtama $R_n + R_{g1} + R_{g2}$ rezistorlaryň ýakorynyň zynjyryna doly girizilenlerinde bolup geçýär.

Tizligiň peselme derejesine görä KV2 rele tegeginde naprýaženiýe öçýär we nola deň bolup geçer. Eger-de bu ýagdaýda kontroller “Yza” ýagdaýda galsa, onda dwigateliň şol ugurda batalma prosessi başlanar.

Eger-de nolly tizlige ýetende kontrolleri aralyk ýagdaýda geçirilse , onda dwigatel setden öçüriler we shema başlangyç ýagdaýa geler.

4.7. Garyşyk oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliň häsiýetnamasyny birikdirilme shemasy

Garyşyk oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateliň häsiýetnamasyny birikdirilme shemasy (a) we magnitlenme häsiýetnamasy (b) .

Dwigatelde oýandyrmanyň sarymlary oýandyryjyly we parallel oýandyryjyly . Munuň netijesinde hemişelik toguň dwigateliň magnit akymy $\Phi_{\text{обн}}$ we $\Phi_{\text{обн}}$ iki düzüjileriň jemini özünden emele getirýär. I_1 tokda Φ magnit akymy nola ymtylýar , ýagny hemişelik toguň dwigateliň magnitsizlendirilýär.

$$\omega = f(I) \text{ we } \omega = f(M) \quad (4.35)$$

deňlemesi

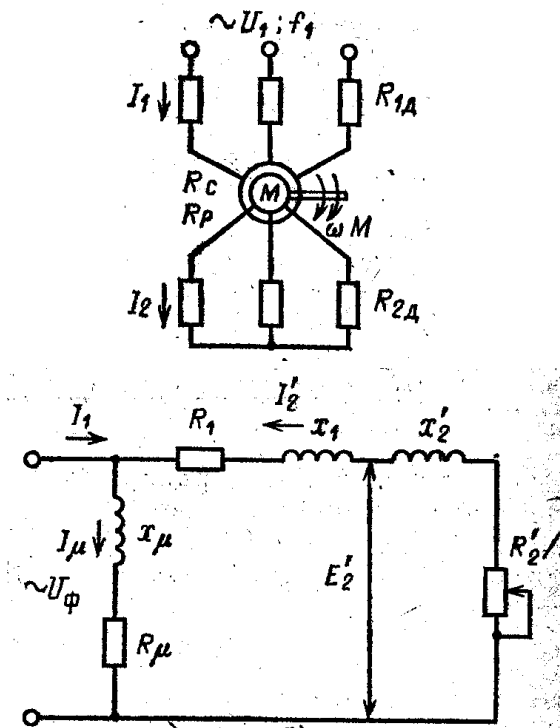
$$\omega = \frac{U-IR}{K\Phi(I)}; \quad \omega = \frac{U-IR}{K\Phi(I)} - \frac{MR}{[K\Phi(I)]^2}; \quad (4.36)$$

- 1) $I \rightarrow I_1$; $\Phi \rightarrow 0$; $\omega = \infty$ bolanda $I=I_1$ asimptoda bolýar.
- 2) $M \rightarrow 0$; $\Phi \rightarrow 0$; $\omega = \omega_0$ bolanda ,
 $\omega_0 < \omega < \infty$; $M=-M_{\max}$ bolýar.
- 3) Garyşyk oýandyryjyly hemişelik toguň dwigatelinň tehniki- ykdysady görkezijileriň gatnaşyklarynda (otnositel) ýakory bolmagy sebäpli (ýakory gymmatlyk, ýokarlandyrylan agramy, ölçegleri we materiallaryň çykdaýjylary), garyşyk oýandyryjyly hemişelik toguň dwigateli elektrik hereketetirijiler başgalara garanynda seýrek ulanylýandygyny bellemek gerek .

B ÄŞİNJI BAP

ASINHRON DWIGATELLI ELEKTROPRIWODLARY

5.1. Asinhron dwigateliň birikdirme shemasy statiki häsiýetnamalary we iş tertipleri



5.1-nji çyzgy.

Asinhron dwigateliň elektromehaniki häsiýetnamasy $\omega = f(I_2^1)$ emele gelýär:

$$I_2^1 = \frac{U_f}{\sqrt{(R_1 + R_2^1/s)^2 + (x_1 + x_2^1)^2}} = \frac{U_f}{\sqrt{(R_1 + R_2^1/s)^2 + x_{gu}^2}} \quad (5.1)$$

Bu ýerde R_2^1, X_2^1 - rotoryň aktiw we induktiw garşylygyň getirilen bahasy

$$s = \frac{f_1 \cdot 60}{P}$$

Asinhron dwigateliň typmasy

$$n_1 = \frac{f_1 \cdot 60}{P}$$

$$\omega_0 = 2\pi f_1 / p$$

ýa-da

$$\omega_0 = 2\pi n_1 / 60$$

$\omega_0 = 2\pi f_1 / p$ - asinhron tizlik;

f- setiň ýygylgy; p- asinhron dwigateliň jümüt

polýuslarynyň sany;

U_f- faza we naprýaženiýesi.

Diýmek $\omega = f(I)$; $\omega = f(M)$ asinhron dwigateliň köplenç toguň we pursatyň (s) typmadan baglylykda görnüşinde görlezyärler. 5.1-nji çyzgyda baglylyklar görkezilen : $\omega = f(I_2)$; $\omega = f(I_1)$;

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

Elektromehaniki häsiýetnamanyň häsiýetli nokatlary şulardyr:

1) $S=0$; $\omega = 0$; $I_2' = 0$;

2) $S=1$; $\omega = 0$; $I_1 = I_{gu} = I_n$ - gysga utgaşma nokady

$$3) \quad S_1 = \frac{R_2'}{R_1}; \quad \omega_1 = \omega_0(1 - S_1);$$

$I_2' = T_{max} = \frac{U_f}{X_k}$ —otrisatel typma töwereginde ýatan, rotoryň togynyň maksimal bahasynyň nokady.

$$4) S \rightarrow \pm\infty; \quad \omega \rightarrow \pm\infty; \quad I_2' \rightarrow I_\infty = U_f / \sqrt{R_1^2 + X_k^2}.$$

(asimptotos gabat gelmeýän , ýagny tükeneksizlige ymtylýar), typmanyň we tizligiň tükeneksiz uly ýokarlanmada rotoryň togunyň asimptotiki bahasy .

2-nji çyzgy asinhron dwigateliň elektromehaniki häsiýetnamasy.

Rotoryň zynjyrynda ΔP_2 kuwwatynyň ýitgileri arkaly asinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamalaryna sredip geçeliň , ýagny elektromagnit we peýdaly kuwwatyň tapawudy görkezeliň.

$$\Delta P_2 = P_{EM} - P_2 = M\omega_0 - M\omega = M(\omega_0 - \omega) \quad (5.2)$$

Eger-de (2) deňlemäni ω_0 bölsek, şuny alarys

$$\frac{\Delta P_2}{\omega_0} = M \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}; \quad \frac{\Delta P_2}{\omega_0} = MS; \quad \Delta P_2 = M\omega_0 S \quad (5.3)$$

Deňlemäniň typmanyň ýitgileri diýilýär. Elektromehaniki ululyklar arkaly rotorda kuwwatyň ýitgileri şeäle kesgitlenilýärler.

$$\Delta P_2 = 3I_2' R_2' \quad (5.4)$$

(5.3) deňlemeden tapýarys

$$M = \frac{\Delta P_2}{\omega_0 S} = \frac{3I_2' R_2'}{\omega_0 S} \quad (5.5)$$

5.1–den bahalary (5.5) ýerleşip alýarys :

$$M = \frac{3U_f' R_2'}{\omega_0 S [(R_1 + R_2(s))^2 + X_k^2]} \quad (5.6)$$

Maksimal (kritiki) bahaüçin şeýle bolýar:

$$M_k = \frac{2U_f'^2}{2\omega_0 (R_1 \pm \sqrt{R_2' + X_k^2})} \quad (5.7)$$

$$S_k = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_2' + X_k^2}} \quad (5.8)$$

1) (+) belgi $S > 0$ bolanda

2) (-) belgi $S < 0$ bolanda

Eger-de nominalyň maksimal pursatda garşylygyny alsak, ýagny $\frac{(6)}{(7)}$ deňlemeli, şeýle bolýar:

$$M = \frac{M}{M_{max}} = \frac{2M_k (1 + aS_k)}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + 2aS_k} \quad (5.9)$$

Bu ýerde $a = \frac{R_1}{R_2}$

Häsiýetli nokatlar:

Netije

- 1) $S=0$; $\omega = \omega_0$; $M = 0$ – ideal boş işleme nokady .
- 2) $S=1$; $\omega = 0$; $M = M_{gu} = M_n$ - gysga utgaşma nokady
- 3) $S = S_{\kappa\delta}$; $M = M_{\kappa\delta}$; $S=-S_{\kappa m}$ - ekstremum (maksimum) nokasy ;
- 4) $S \rightarrow \pm\infty$; $\omega \rightarrow \pm\infty$; $M \rightarrow 0$ - tizligiň oky bolup durýan mehaniki häsiýetnamanyň asimptotasy.

Gysgaltma usuly bilen mehaniki häsiýetnamalary kesgitläp bolýar.Eger-de $R_1=0$ bolsa(ýagny statoryň aktiw garşylygy nula deň)

$$M = \frac{2M_k}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S_2}} \quad (5.10)$$

Kllossyň formulasy

$$M_k = \frac{2U_f}{2\omega_0 X_k} \quad (5.11)$$

$$S_k = \frac{R_2'}{X_K} \quad \text{ýa-da} \quad M=2M_k S/S_k$$

$S/S_k=0$ boland apes typmalar töwereginde S_k asinhron dwigateliniň katalog berilenlerini boýunça göni çyzyk .

$$S_k = S_{nom} (\lambda_M \pm \sqrt{\lambda_M^2 - 1}) \quad (5.12)$$

S_k - kritiki typma

Bu ýerde $\lambda_M \frac{M_k}{M_{nom}} - M_{max}$ -nyň üçlendirileni.

Netije: asinhron dwigateliň işlemeginiň energetiki tertibi typmanyň bahasy we belgisi bilen kesgitlenilýär:

1) $S=0$; $\omega = \omega_0$ ideal boş işleme nokady;

2) $S=1$; $\omega = 0$ - gysga utgaşma tertibi;

3) $0 < S < 1$; $0 < \omega < \omega_0$ - ikilendirilen tertip;

4) $S < 0$; $\omega > \omega_0$ — generator tertibi (rekuperotiw)

4) $S > 1$; $\omega < 0$ - generatoryň tertibi (ters birikme) Mundan başga asinhron dwigatel, dinamiki togtatmasynyň tertibi diýip atlandyrylýan, üýtgeýän toguň setine bagly bolýar. Bu tertipde asinhron dwigateliň statorynyň sargysy üýtgeýän toguň setinden öçürilýär we hemişelik toguň çeşmesine birikdiirlýär, rotoryň zynjyry bolsa gysga utgaşdyrylýar ýa-da goşmaça rezistorlara utgaşdyrylýar.

Olaryň dinamiki togtatma birikdirme shemasy dinamiki togtama. Tejribede ulanylýar asinhron dwigateliň kuwwatynyň koeffisiýenti we olary ýokarlandyrmagyň usullary asinhron dwigateliň kuwwatynyň koeffisiýenti deňlemelerden kesgitlenilýär.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (5.13)$$

Bu ýerde $P = M\omega_0 + 3I_1^2 R_1$ -aktiw kuwwat

$Q = 3I_\mu^2 X_\mu + 3I_1^2 X_1 + 3I_2^2 X_2'$ - reaktiw kuwwat

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ - doly (öýdilýän) kuwwat asinhron

dwigatelleriň köprüsi üçin $\cos \varphi_H \approx 0,8 \div 0,9$ Bu bahalar

üçin $Q=(0,5 \div 7,5) P_1$ ýagny asinhron dwigateliň kuwwatynyň her kilowatyna reaktiw kuwwatynyň 0,5-0,75 kWAr setden sarp edilýär. Näçe $\cos \varphi$ pes boldugyça, şonça-da asinhron dwigateliň setden, ony goşmaça tok bilen ýükläp we onda goşmaça ýitgileri ýüze çykaryp uly reaktiw kuwwaty sarp edýär.

Asinhron dwigateliň kuwwatynyň koeffisiýentiniň ($\cos \varphi$) ýüklenmesinde düýpli bagly. Asinhron dwigateliň boş işlemeginde $\cos \varphi$ uly bolmaýar, sebäbi aktiw bilen deňşdirende reaktiw kuwwatyň paýy baglylykda (otnositel) ulydyr. Asinhron dwigateliň ýüklenmesiniň ýokarlanmagyna görä, $\cos \varphi$ hem özüniň maksimal bahasyna ýetip, takmynan asinhron dwigateliň nominal ýüklenme sinüsiniň töwereginde, ýokarlanýar. Asinhron dwigateller elektrik üpjünçilik ulgamynda, reaktiw kuwwatynyň esasy sarp edijileri bolup durýarlar (60-65% onuň sarp edilmesiniň umumy göwrümünde), şol sebäpden $\cos \varphi$ ýokarlanmagy özünden wajyp tehniki – ykdysady meseläni düzýär. Şu indiki çäreler asinhron dwigatelleriň ýokarlandyrmak üçin ulanylýar:

1. Az ýüklenen asinhron dwigatelleri pes kuwwatly dwigateller bilen çalyşmak, ýagny eger-de asinhron dwigateliň orta ýüklenmesi 45%-den pes bolsa, ýa-da 45 –den 70% çenli hasaba girizmek, 70 % -den ýokary bolsa çalyşmak amatly däl.

2. Boş işlemede asinhron dwigateliň işiniň wagtyny çäklendirmek (ýa-da boş işlemede öçürmek).

3. Pes ýüklenme bilen işleýän asinhron dwigateliň iýmitlenmesiniň naprýaženiýesini peseltmek bilen. Naprýaženiýäniň iýmitlendiriji asinhron dwigateliň peselmeginde onuň sarp edýän reaktiw kuwwaty peselýär we $\cos \varphi$ ýokarlanýar. Ýagny, Δ –nyň Y geçilmegi bilen, bu

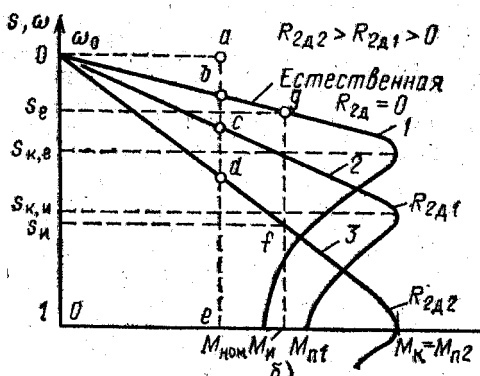
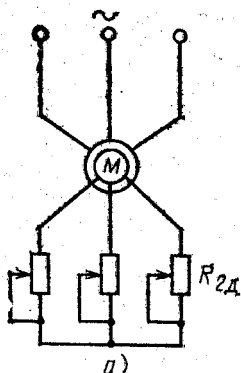
bolsa gyzga utgaşmanyň her fazasynyň sarymyna napryäženiýäniň 3 esse peselmegine getirýär.

4. Asinhron dwigatelleri sinhron dwigateller (SD) bilen çalyşmak. Sinhron dwigateli $\cos \varphi - 1$ bilen işleýär, ol sete reaktiw kuwwaty generirleýär.

5.2. Asinhron dwigateliň rotorynyň we statorynyň zynjyrynda rezistorlaryň kömegi bilen tziligi, togy we pursaty sazlamak

a) Rotoryň zynjyrynda rezistorlaryň kömegi bilen koordinatlary sazlamak.

Fazaly rotorly asinhron dwigateliň koordinatlaryny sazlamagyň giňden ýaýran usullarynyň biri rotoryň zynjyryna goşmaça rezistory girizmek bolup durýar. Onuň artykmaçlygy, onuň ulanylmagynyň ýönekeýliginde, bu onuň elektrik hereketetirijileriň birnäçesinde giňden ulanylmagyny kesgitledi.



5.2-nji çyzgy.

Häsiýetnamalary tebigy we emeli häsiýetnamalary almak we gurmak üçin şu insikileri belläp geçeliň:

1) $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$ -R_{gp} sazlamakda asinhron dwigateliň ideal boş işlemesiniň tizligi üýtgemeyär.

$$2) M_k = \frac{3Uf^2}{2\omega_0 \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_k^2} \right]} \text{ şeýle hem dwigateliň}$$

maksimal (kritiki) pursaty üýtgemeyän bolýar;

$$3) S_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_{11}^2 + X_k^2}} - R_{gp} \text{ vokarlanmagynda kritiki typma}$$

ýokarlanýar.

$$M_{\Pi 2} = M_k = M_{max} \quad (5.14)$$

$$R_{gp} > R_{gp1} > 0$$

Usulyň tygşytlylygy elektropriwodyň ulanylmagynda çykdaýjylar we ulanylan sazlama seruşdeleriň gymmaty bilen kegitlenilýär. Berlen elektropriwodyň ulgamyny döretmek bilen bagly çykdaýjylar uly däl, sebäbi sazlamak üçin, adaty, metall rezistorlaryň ýönekeý we arzan ýaşşikleri ulanylýar. Şol wagtyň özünde bu ulgam ulanylanda çykdaýjylar uly bolýar, sebäbi energiýanyň ýitgileri ep-eslidir.

Rotor zynjyrynda ΔP_2 elektrik ýitgiler typma ýitgileri diýip atlandyrylýarlar we şeýle kegitlenilýärler.

$$\Delta P_2 = R_1 - R_2 = M\omega_0 - M\omega = M\omega_0 S = P_1 S \quad (5.15)$$

$$R_{gh} = R_2 \left(\frac{S_{ku}}{S_{ke}} - 1 \right) \quad (5.16)$$

Bu ýerden görnüşimiz ýaly S uly boldugyça, şonça-da rotor zynjyrynda ýitgiler uly, şol sebäpden tizligi sazlamagyň uly diapazonyny peýdalanmak energiýanyň ep-esli ýitgilerine we elektropriwodyň peýdaly täsir koeffisiýentiniň peselmesine getirýär.

Ulanylýan ýer: göwrümlü – ulag maşynlarynyň we mehanizmleriň birnäçesinde.

Rotoryň zynjyrynda garşylygyň hasaby.

Goşmaça R_{2g} rezistoryň garşylygynyň hasaby, talap edilýän emeli mehaniki häsiýetnamany buýurma görnüşine baglylykda birnäçe usullar bilen ýerine ýetirip bolýar.

1. Emeli häsiýetnama dolulygyna berlen we kritiki pursadyň bölegi (uçastygy) belli (2 häsiýetnama)

$$S_{ke}/S_{ku} = R_p/(R_p + R_{2d1}) \quad (5.17)$$

bu ýerde - R_p asinhron dwigateliň rotorynyň fazasynyň garşylygy

R_{2d1} - garşylyk şeýle kesgilenilýär

$$R_{2d1} = R_p(S_{ke}/S_{ku} - 1) \quad (5.18)$$

2. Eger-de emeli häsiýetnama öz işçi bölegi (часть) bilen berlen bolsa we kritiki pursadyň ýeri (uçastog) kesgitlenilmedik bolsa, onda kesikli usulyň ulanmak amatly bolýar. Munuň üçin nominal pursatlarynyň – a, b, c, d, e nokatlaryna laýyklykda çyzygy geçirýäris.

$$R_{2d1} = R_{2nom} \quad bc/ae \quad \text{bu ýerde} \quad R_{2n} = \frac{E_{2gu}}{(\sqrt{3} I_n)}$$

$s=1$ gysga utgaşma bolanda E_{2gu}

$$R_p = R_{2n} \quad ab/ae \quad R_{2d1} = R_{2H} \quad \frac{cd}{ae}$$

2. a) Eger-de $M_{e,se}$, koordinatlar bilen emeli 3 häsiýetnamanyň käbir f nokady berlen bolsa, onda şeýle kesgitlenilýär.

$$R_{2\lambda 2} = R_P(s_e/s_t - 1) \quad (5.19)$$

$$R_P = E_{2gu} s_n / (\sqrt{3} I_n) \quad (5.20)$$

$$R_{2\lambda 1} = R_P(s_t/s_e - 1) \quad (5.21)$$

$$R_{2\lambda 2} > R_{2\lambda 1} > 0 \quad (5.22)$$

5.3. Statoryň zynjyrynda rezistorlaryň kömegi bilen koordinatlary sazlamak

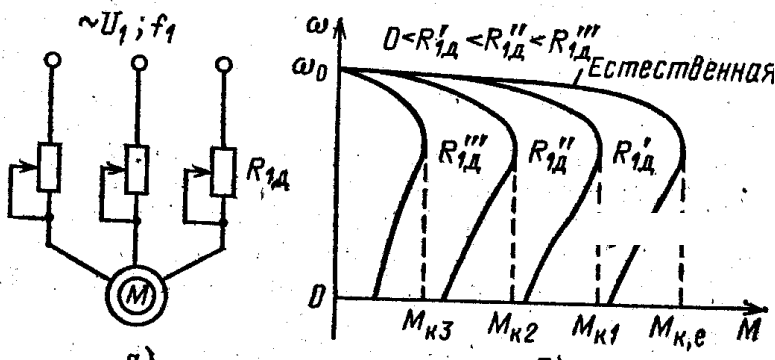
$$R_{g e_0} < R_{g e_1} < R_{g e_2} < R_{g e_3} \quad (5.23)$$

$\omega = f(M)$ egriden görşümüz ýaly:

1) ω_0 -ideal boşışleme tizligi R_{gc} statoryň fazasynyň garşylygyna bagly bolmaýar, şol sebäpden hemme emeli häsiýetnamalar ordinata okynda şol bir nokatdan geçýärler.

2) R_{gc} -nyň ýokarlanmagynyň mukdaryna görä asinhron dwigateliň M_K we S_k peselýär.

3) M_{Π} hem $S=1$ bolanda R_{gc} -nyň ýokarlanmagynda peselýär.



5.3-nji çyzgy.

Sazlamanyň şeýle usuly seýrek ulanylýar.

Mysal üçin: iki tizlikli liftleriň elektropriwodynda ulanylýar. Şeýle elektropriwodlarda ýokary, tizlikden peseldilene geçirilende statoryň peseldiji sarymynyň zynjyryna, asinhron dwigateliň pursatynyň we togunyň çäklendirilmesini üpjün edýän goşmaça rezistor girizilýär.

5.4. Polýuslaryň jübütleriniň sanyny üýtgetmek bilen tizligi sazlamak

Bu usul gysga utgaşdyrylan rotorly köptizlikli asinhron dwigateliň tizligini sazlamak üçin ulanylýar. Bu usul bilen asinhron dwigateliň emeli häsiýetnamalaryny almak mümkinçiligini, asinhron dwigateliň magnit meýdanynyň burç tizligi üçin deňlemeden alyp çykmak gerek

$$\omega_0 = 2\pi f_1 / P \quad (5.24)$$

Asinhron dwigateliň polýuslarynyň jübütleriniň sanyny üýtgetmeklik statorynyň sarymynda geçirmeleriň() hasabyna amala aşyrylýar, bu ýagdaýda gysga utgaşdyrylan rotoryň polýuslarynyň jübütleriniň sany awtomatiki üýtgeýär. Sebäbi asinhron dwigateliň polýuslarynyň jübütleriniň sany – 1,2,3 we ş.baş. bolup biler, onda diýmek, bu usul tizligiň diňe badgançakly sazlanmagyny üpjün edýär. Bu usul bilen tizligi sazlamana ýol berýän dwigateller, köptizlikler adyny alan.

Asinhron dwigateliň polýuslarynyň jübütleriniň sanynyň üýtgemegine, haçan-da asinhron statorynda, polýuslaryň P_1 we P_2 jübütleriniň dürli sanlary bolan biri- biri bilen bagly bolmadyk iki (ýa-da köp) sarymlary ýerleşdirilende ýetilýär. Sete bir sargy P_1 birikdirilende , onda deňleme sinhron tizlikde bolar

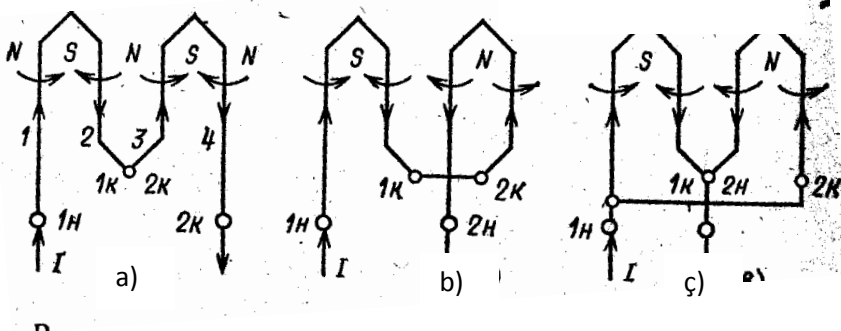
$$\omega_{01} = \frac{2\pi f_1}{P_1} \quad (5.25)$$

Ikinji sargyda P_2 bolsa

$$\omega_{02} = \frac{2\pi f_1}{P_2} \quad (5.26)$$

Köp sarymly asinhron dwigatellerden başga, asinhron dwigatelleriň başga bir görnüşi giňden ýaýran, olarda aýlanýan magnit meýdanyň polýuslarynyň jübütleriniň sanynyň üýtgemegine, asinhron dwigateliň stator sarymynyň birikdirme shemasynyň üýtgemeginiň hasabynda ýetilýär. Munuň üçin statoryň her fazasy birnäçe birmeňzeş bölekler (iki bölege) bölünen we olardan laýyklykdaky çykarmalaryň sany bar.

Mysallara seredip geçeliň.

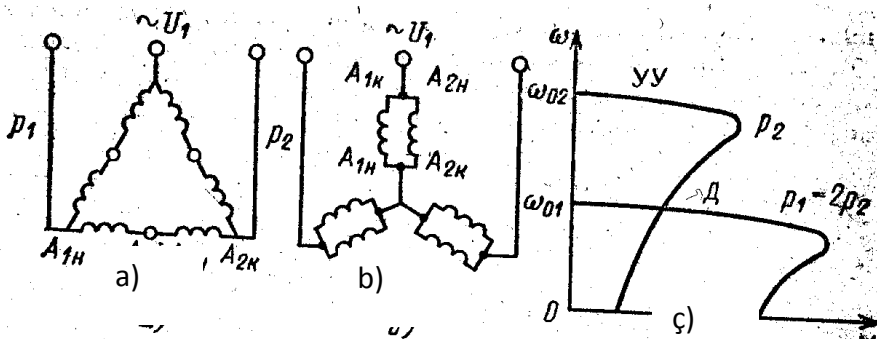


5.4-nji çyzgy. Statoryň sarymynyň polýuslarynyň jübütleriniň sanynyň üýtgemegi .

- a) – dört polýusly magnit meýdan , $p=2$
- b) – iki polýusly magnit meýdan $p=1$ (sarymlarda toklar ters ugurly ugrukdyrylan)
- ç)- iki polýusly meýdan $p=1$ sarymdaky toklaryň ugurly gabat gelýärler).

Tejribede köp tizlikli asinhron dwigatelleriň stator sarymynyň geçirmesiniň (переключение) iki shemasy gabat gelýärler.

- 1) Üçburçlykdan (Δ) ikileýin ýyldyza (YY)
- 2) Ýyldyздan (Y) ikileýin ýyldyza (YY)



5.5-nji çyzgy. Üçburçlyk – ikileýin ýyldyz.

Statoryň sargysynyň birikdirilmesiniň köp tizlikli asinhron dwigateliň shemasy we häsiýetnamalar.

Mehaniki hasiýetnamanyň umumy görnüşini almak üçin, statoryň sarymynyň Δ -da we Y –za çatylmagynda asinhron dwigateliň rugsat edilen kuwwatyny kegitläliň $I_{1gon} = I_{1nom}$, polýuslarynyň jübütleriniň sanynyň geçirilmesinde (переключение) üýtgetmeýän bolup galýar.

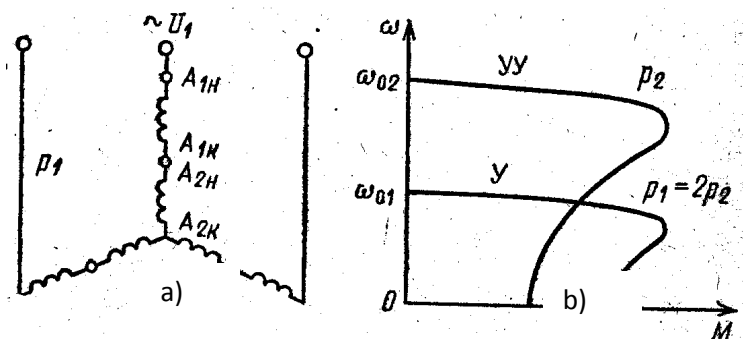
a) Üçburçlyk shema üçin

$$P_{1goý} = 3UI_{1n} \cdot \cos \varphi_{1\Delta} \quad (5.27)$$

b) ikileýin ýyldyz shema üçin

$$P_{1goý} = \frac{3U_1}{\sqrt{3}} 2I_{1n} \cdot \cos \varphi_{1yy} = 3,46U_{1n} \cos \varphi_{1yy} \quad (5.28)$$

(5.27 we 5.28)-den görnüşi ýaly $\cos \varphi_{1\Delta} \approx \cos \varphi_{1\Delta}$ bolanda asinhron dwigateliň rugsat edilen kuwwatyny ($P_{1\text{gon}}$) üýtgemän galýar diýseň bolýar. Şol sebäpden asinhron dwigateliň polýuslarynyň jübütleriniň sany iki esse köpelende we şonuň bilen bilelikde sinhron tizligiň iki esse peselmegi bilen asinhron dwigateliň okunda rugsat edilen pursat takmynan 2 esse ýokarlanýar.



5.5-nji çyzgy. Ýyldyz – ikileýin ýyldyz.

$$P_{1\text{goş}} = \frac{3U_1}{\sqrt{3}} I_{1n} \cdot \cos \phi_{1y} \quad (5.29)$$

Bu shemada tiziligiň üýtgemegi ýüklenmäniň hemişelik pursatynda amala aşyrmak mümkin ($M_c \text{ const}$)

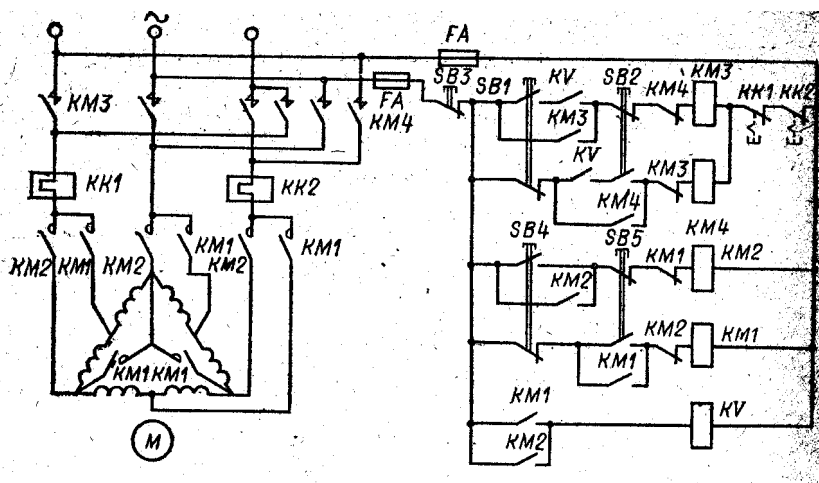
(5.28) we (5.29) deňlemeler deňşdirilende görnüşi ýaly, stator sarymynyň polýuslarynyň jübütleriniň has az sanyna geçirilende rugsat edilen kuwwat hem 2 esse ýokarlanýar (tizlik 2 esse ýokarlanýar)

Iki tizlikli asinhron dwigatelden başga üç we dört tizlikli asinhron dwigatel hem ulanylýar. Tizligi sazlamagyň seredilip geçilen usulynda gowy (položitel) taraplary bar, ýagny üýtgeýän toguň sazlanýan elektropripwodnynda onuň

giňden ulanylmagy . Sazlamanyň tygşylylygy, sebäpli polýuslarynyň jübütleriniň sanynyň üýtgemegi bilen tizligiň sazlanmasy asinhron dwigateliň artykmaç gyzmagyny ýüze çykarýar we onuň peýdaly täsir koeffisiýentini peseldýän, typma energiýanyň uly ýitgileriniň rotor zynjyrynda aýrylyp çykmagy bilen bolup geçmeýär. Ýeterlikli uly aşa ýüklenme ukyby we berk (gaty, жесткая) häsiýetnamasy .

Kemçiligi: 1.Dwigateliň tizliginiň üýtgemeginiň bagançaklylygy.

2.Adaty (6-8) –den ýokary bolmaýan sazlamanyň uly bolamdyk çägi (diapazon) .



5.5-nji çyzgy. Iki tizliki asinhron dwigateliň awtomatiki dolandyрма shemasy.

Shema, statoryň sarymynyň Δ -da we ikileýin ýyldyza birleşdirme ugry bilen asinhron dwigateliň iki tizligini, şeýle hem onuň rewersirlenmesi üpjün edýär. Ol, uly KM1 we kiçi KM2 tizligiň kontaktorlaryndan “B” KM3 we “H” KM4

asinhron dwigateliň aýlow ugrunyň liniýaly kontaktorlaryndan KV blokirlýji releden we SB3, SB1 SB2, SB4, SB5 dolandyрма basgyçlarynda (knopkalardan) ybarat. Elektropriwodyň gorawy KK1 we KK2 ýylylyk releler we FA predohraniteller bilen amala aşyrylýar.

Asinhron dwigateli işe goýbermek üçin mysal üçin, uly tizlige, SB4 basma (düwmä) basylyar, mundan soň KM1 kontaktor we KV rele işläp başlaýarlar. Asinhron dwigateliň statory ikileýin ýyldyz shema boýunça birikdirilen (включен) bolýar, KV rele bolsa KM3, KM4 apparatlaryň zynjyrynda öz kontaktlaryny ýapyp dwigateli sete birikdirmäge taýýarlaýarlar. Soňra SB1 ýa-da SB2 basma (кнопка) basyp asinhron dwigatele laýyklykda “Öňe” ýa-da “Yza” ugurda işledip başlaýarlar.

Şeýle hem pes tizligi SB5 basma bilen üçburçlyga birikdirip bolýar.

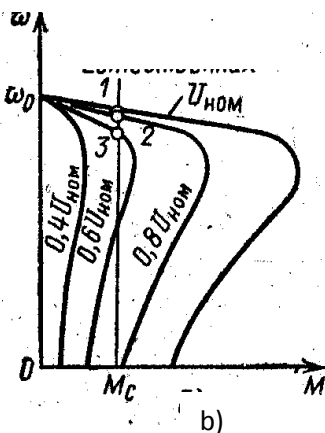
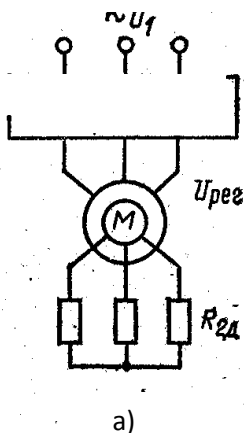
Duruzma SB3 düwmä basma bilen amala aşyrylýar. Shemada iki zynjyrly düwmeleriň ulanylmagy KM1 we KM2 ; KM3 we KM4 kontaktorlaryň birwagtyň özünde işläp başlamagyndan blokirowkany amala aşyrýar. Bu maksat üçin şol kontaktorlaryň tegekleriniň zynjyrynda birikdirilen (включенные) üzüji blokirlýji KM1, KM2, KM3 we KM4 kontaktor gulluk edýärler.

5.5. Elektropriwodyň “naprýaženiýe özgerdiji- dwigatel” ulgamy

Asinhron dwigatel koordinatlaryny sazlamagyň mümkin bolan usullarynyň biri, onuň statorynyň çykarmalarynda (вывод) naprýaženiýäniň üýtgemegi bolýandygyny bilýäris, bu ýagdaýda $f_e = const$ we $f_e = f_{set}$ deňdir: Ulgam açyk we ýapyk bolýar, mysal üçin açyk ulgamy alalyň. NÖ naprýaženiýäniň özgerdijisi

$$M_K = \frac{3U_f^2}{2\omega_o[R_1] \sqrt{R_1^2 + X_{gu}^2}} \quad (5.30)$$

$$s_K \pm \frac{R_2^1}{\sqrt{R_1^2 + X_{gu}^2}} \quad (5.31)$$



5.6-njy çyzgy. Statorda naprýaženiýäniň üýtgemegi bilen asinhron dwigateliň koordinatlaryny sazlamak.

Bu ýerden netije: asinhron dwigatelleriň kritiki typmasy we onuň sinhron tizligi naprýaženiýä bagly bolmaýarlar we onuň sazlanmagynda üýtgemeyän bolup galýar. Alynan häsiýetnamalarda (emeli) tizligi sazlamak üçin az peýdaly, sebäbi naprýaženiýäniň peselme derejesine görä asinhron dwigateliň kritiki pursaty kerç (pezko) peselýär we onuň aşa ýüklenme ukyby we tizligi sazlama çägi (diapazony) örän az bolýar.

Şol sebäpden açyk shema, statoryň naprýaženiýesi proporsional bolan ($M_n I$) togy we pursaty sazlamak üçin ulanylyp biliner.

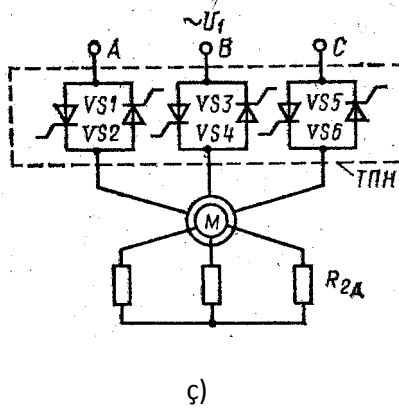
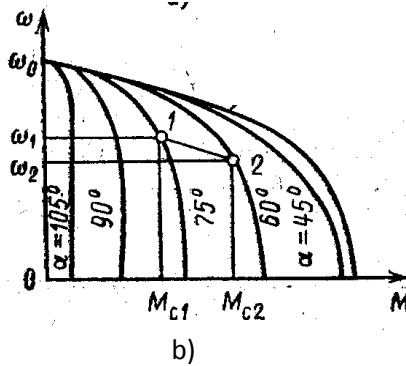
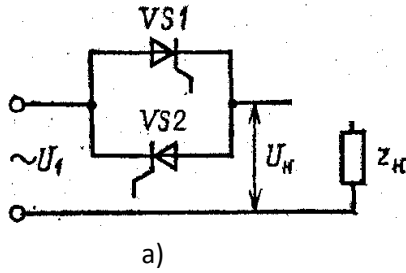
$$I_2^1 = \frac{U_f}{\sqrt{(R_1 + R_2 / s)^2 + X_{gu}^2}} \quad (5.32)$$

5.6. Tiristor özgerdiji – dwigatel ulgamy (TÖ-D)

Asinhron dwigateliň statoryň çykyşlarynda naprýaženiýäniň sazlamak üçin şu indiki gurnamalar ulanylýarlar- awtotransformatorlar, magnit güýçlendirijiler we naprýaženiýäni tiristor özgerdijiler (NTÖ). Häzirki wagt NTÖ – ýokary peýdaly täsir koeffisiýenti ulanylýar, hyzmat etmeli ýönekeý, elektropriwodyň işiniň aňsat awtomatizasiýasy bilen.

Bir fazaly shema.

Elektropriwodyň üç fazaly açyk shemasy . M_{c2} nokat , ýagny M_{c1} –den M_{c2} çenli asinhron dwigateliň walynda ýüklenmäniň ýokarlanmagynda.



5.7-nji çyzgy. Naprýaženiýäniň tiristorly özgerdiji – asinhron dwigatel ulgamda koordinatlary sazlamak.

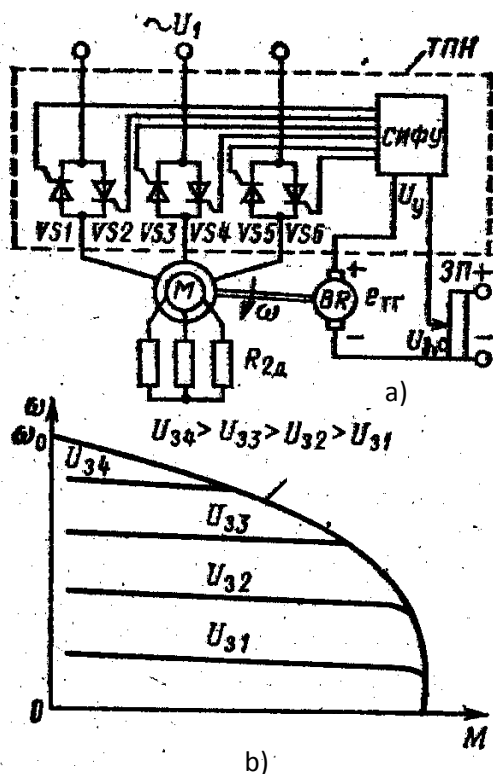
Napryażeniýäniň tiristorly özgerdijileriň şu görnüşinde amala aşyrylýar, eger-de VS1 we VS2 tiristorlara dolandyрма impulslary СИФУ-дан (impuls – faza dolandyрма ulgamy), ugradylmaýan bolsalar, onda olar ýapykdyrlar we Z_H ýüklenmede napryażeniýe $U_H=0$ bolar. Dolandyрма impulslaryň tiristorlara, olaryň tebigy açylma pursatynda , berilmeginde (dolandyрма burçy $\alpha=0$) olar doly açyk bolarlar we ýüklenmä setiň hemme napryażeniýesi U_1 berilen bolar. Eger-de tiristorlara dolandyрма impulslaryny ibermegi tebigy açylma pursata baglylykda käbir saklanma bilen amala aşyrylsa (dolandyрма burç $\alpha \neq 0$), onda ýüklenme setiň napryażeniýäniň bölegi guýular. Dolandyрма burçy α noldan π çenli üýtgedip, ýüklenmedäki napryażeniýäni setiň doly napryażeniýesinden nola çenli sazlap bolýar.

Ýüklenmedäki napryażeniýäniň görnüşü (formasy) sinusoidäldigini bellemek ýeteterliklidir. Sinusoidal däl napryażeniýäni her biri kesgitli ýygyllyk bilen üýtgeýän birnäçe sinusoidal napryażeniýeleriň bitewiligi (jempliligi) ýaly görkezip bolýar.

Tiriztorlar gabatlaýyn-parallel birikdirilen. Ol, setiň ýygyllygynyň bir ýarym döwrüniň dowamynda, tiristorlaryň üpjün edýär.

Awtomatiki sazlama.

Mysal. Asinhron dwigateliň tizligi boýunça ters arabaglanmany (связ) ulanmak bilen fazaly rotorly asinhron dwigateliň tizliginiň dwigatelidir.



5.8-nji çyzgy. Ýönekeý elektrik shema.

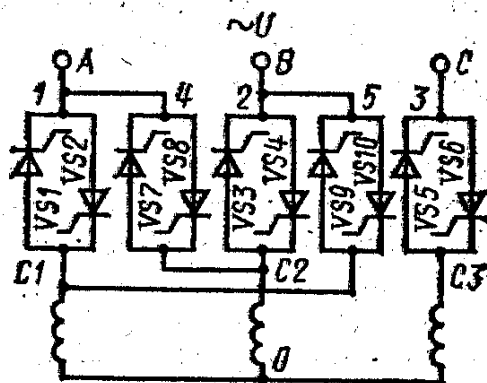
Асинхрон двигателиň статорыныň we setiniň çыкarmalarynyň (выводы) arasynda VS1-VS6 gabatlaýyn-parallel (G-P) üç jübüti ýakylan (включены). Tiristorlaryň dolandyрма электроприводlary fazaly sazлама ulgamynyň dolandyryjysy (FSUD) çыкarmalaryna birikdirilen (подсоедены), ol bolsa hemme tiristorlara doolandyryjy impulsalary paýlaýar we U_y dolandyрма signala baglylykda olaryň süýşmesi netijesinde amala aşyrylýar. Асинхрон двигателиň walyna БР тахогенератор birikdirilen, onuň EHG-si егг tizlige proporsional $e_{TG} = \gamma \omega$ bu ýerde γ – proporsionallýk koeffisiýenti. Тахогенераторыň EHG-si 3П buýrujy

potensiometrden alynan U_{3C} bilen deňeşdirilýär, bu ýerde bu naprýaženiýeler biri-birine birikdirilen (включены). Naprýaženiýeleriň tapawudy $U_{3C} - e_{TG}=U_y$ FSUD-nyň girişme barýar.

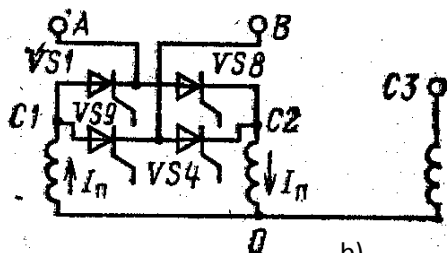
$$U_y = U_{3C} - \gamma \omega$$

Sazlama prosessi bilen edil açyk (üzülen,разомкнutoй) ulgamyňky ýaly, ýöne soňra awtomatiki ýerine ýetirilýär, ýagny M_{c2} bahasyna çenli asinhron dwigateliň walynda ýüklenmäniň ýokarlanmagynda (M_{c1} -den M_{c2} çenli) 1-2 egrileriň nokady

3П potensiometriň kömegi bilen U_{3c} bahasyny üýtgedip elektropriwodyň birnäçe mehaniki häsiýetnamalary alyp bolýar, Görnüşi ýaly, olarda otnositel ýokary gatylygy we aşa ýüklenme ukyby bar we asinhron dwigateliň tizligini sazlamagyň uly çäklerini üpjün etmäge mümkinçilik berýär. Asinhron dwigatel PC- ndan başga NTÖ-i statoryň zynjyryna birikdirmäni tizligiň ugrunyň üýtgemegini ýagny asinhron dwigateliň rewersini amala aşyrmaga mümkinçilik berýär.



a)



b)

5.9-njy çyzgy. Ýönekeý elektrik shema. Rewers, birikdirilen tiristorlaryň G-P baş jübütleriniň kömegi bilen amala aşyrylan shemasy.

Rewers, birikdirilen tiristorlaryň G-P baş jübütleriniň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Rewersiň NTÖ-niň tiristorlaryny ulanyp, statoryň zynjyryna hemişelik toguň iberilmesini üpjün edip bolýar we şonuň bilen bilelikde asinhron dwigateliň dinamiki togtatma tertibini ýerine ýetirip bolýar.

Çyzgydan görnüşi ýaly, birikdirilen (включенные) tiristorlar bir fazaly dolandyrylan A köprini emele getirilýär, onuň kömegi bilen asinhron dwigateliň statoryň iki

sarymlaryndan I_n hemişelik tok geçýär, bu bolsa dinamiki togtatma (режим) kesgitlenilýär.

5.7. Asinhron dwigateliň koordinatlarynyň sazlamagyň ýygylýk usuly

Ýygylýk usuly has peýdaly we häzirki wagtda giňden ulanylýan asinhron dwigateliň tizligini sazlamagyň usullarynyň biri bolup durýar. Onuň esasy, asinhron dwigatel iýmitlendirýän naprýaženiýäniň f ýygylýgyny üýtgedip $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$ deňlemä laýyklykda onuň sinhron tizligini (α_0) üýtgedip we şonuň bilen bilelikde dürli emeli häsiýetnamalary alyp bolýandygynda bolup durýar. Bu usul giň araçäkde (diapazon) tekiz sazlamagy üpjün edýär, alynýan häsiýetnamalaryň ýokary gatlygy bar. Asinhron dwigateliň tizligi sazlananda onuň typmasynyň ýokarlanmasy bolup geçmeýär, mysal üçin reostat sazlamada bolşy ýaly. Şol sebäpden typma ýitgiler uly bolmaýarlar, munuň bilen baglylykda ýygylýk usuly has tygşytly bolýar.

Asinhron dwigatel has gowy ulanmak we ýokary energetiki görkezijileri almak üçin ($\cos \varphi, \eta, \lambda = \frac{M_{max}}{M_c}$) – birwagtyň özünde f_1 naprýaženiýäniň üýtgemegi bilen bu naprýaženiýäniň bahasyny hem üýtgetmeli. Bu ýagdaýda naprýaženiýäniň üýtgemeginiň kanuny ýüklenmäniň pursatynyň häsiýetine bagly bolýar.

Asinhron dwigatel statoryna getirilýär ýylylygyň we naprýaženiýäniň arasyndaky gatnaşyk saýlananda, köplenç M_k –nyň M_c – ýüklenmäniň gatnaşygy bilen kesgitlenilýär. Onuň λ -syny saklama şertleri gelip çykýarlar.

$$\lambda = \frac{M_k}{M_c} = const \quad (5.33)$$

Eger-de statoryň aktiw garşylygyny hasaba almasak we $X_k \sim f_1$ we $\alpha_0 \sim f_1$ hasaba alsak, onda aňlatma şeýle bolar.

$$\lambda = \frac{3 U_{\Phi}^2}{2 \omega_0 X_k M_c} = A \frac{U_{\Phi}^2}{f_1^2 M_c} = \text{const} \quad (5.34)$$

Bu ýerde A - f_1 –den bagly bolmadyk hemişelik.

Bu deňlemeden (λ) ýygylgyň islendik iki bahasy f_{1n} we f_{1k1} üçin

$$\frac{U_{\Phi n}^2}{f_{1n}^2 M_{cn}} = \frac{U_{\Phi k}^2}{(f_{1k}^2 M_{ck})} \quad (5.35)$$

f_{ik} üçin M_{ck}

f_{1n} üçin M_{cn}

Asinhron dwigateliň tizligini sazlamagyň ýygylkly usulynda naprýaženiýäniň çüýremeginiň esasy kanuny

$$\frac{U_{fn}}{U_{fk}} = \frac{f_{in}}{f_{ik}} \sqrt{\frac{M_{cn}}{M_{ck}}} \quad (5.36)$$

Bu deňlemäniň kömegi bilen naprýaženiýäniň ýygylkly kanunlaryny we M_c ýüklenme pursatynyň tizlikden dürli baglylyklarynda ýygylgy alyp bolýar.

$$M_c = \text{const}, \quad U_f / f_1 = \text{const} \quad (5.37)$$

bolanda ýagny statordaky naprýaženiýe onuň ýygylgyna deňölçegli (proporsional) üýtgeýän bolmaly.

Ýüklenme pursatynyň wentilýator häsiýeti üçin

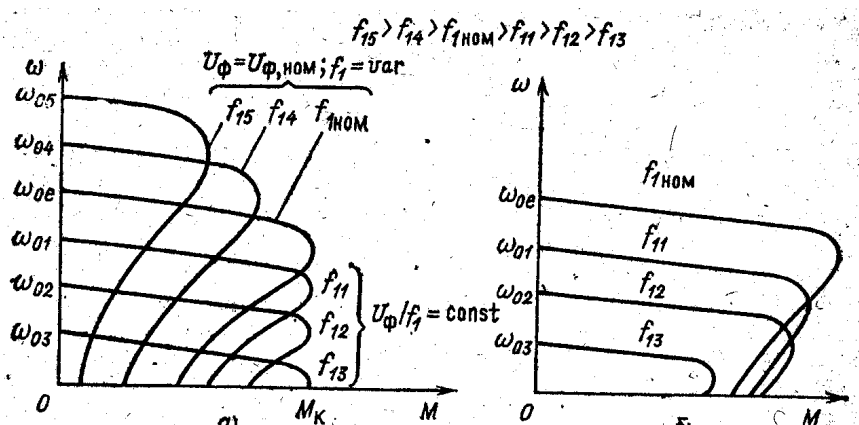
$$U_f / f_1^2 = \text{const} \quad (5.38)$$

emma ýüklenme pursatynyň tizlige ters proporsional bolanda

$$U_f / \sqrt{f_1} = \text{const} \quad (5.39)$$

Asinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamalary

$$\frac{U_f}{f_1} = \text{const} (M_c = \text{const}) \text{ bolanda.}$$



5.10-nji çyzgy. Asinhron dwigateliň koordinatlary ýygylýk boýunça sazlamaly bolanda mehaniki häsiýetnamalar.

a) hasap.

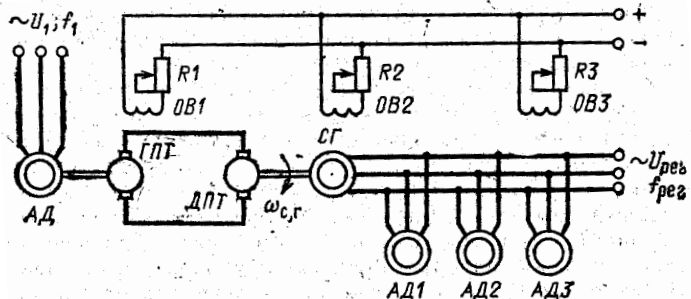
b) tejribe.

Netije: $(f_{1n} < f_{1n}) \rightarrow M_k = \text{const}$ bu bolsa dwigateliň üýtgemeýän aşa ýüklenme ukybyny üpjün edýär,

$(f_{1n} < f_{1n})$ bolanda, haçan-da statorda naprýaženiýäniň tehniki şertleri boýunça nominaldan ýokary beýgeldip bolmadyk ýagdaýynda asinhron dwigateliň kritiki pursaty peselýär.

Ýygylgy sazlamagyň awtomatizirlenen
elektropriwodyň shemasy.

2) Statiki özgerdijiler (ýagny, ýarymgeçiriji enjamlar, kondensatorlary we ş.m.) tiristorly we tranzistorly sinhron generatorly ýygylgyň elektromagnit özgerdijisine seredeliň (5.11-nji çyzgy)



143

ω_{SG} Sinhron generatoryň rotorynyň burç tizligi

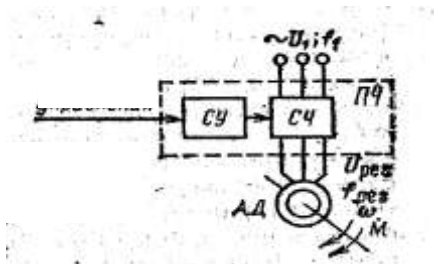
($f_{saz} = \frac{p \cdot \omega_{SG}}{2\pi}$) asinhron dwigateliň tizliginiň şeýle

sazlanmagynda, peýdaly täsir koeffisiýenti ýokary bolmaýar. Mysal: eger-de peýdaly täsir koeffisiýenti 0,9 bolsa, onda özgerdirijiniň umumy peýdaly täsir koeffisiýenti 0,66 bolar. Bu amatly bolmaýar, abzalyň ýitgileri uly bolýar.

b) Statiki özgerdijiler.

Statiki ýygylýk özgerdijiler (ÝÖ) topara bölünen bolup bilerler:

- 1) Iýmitlendiriji setiň we ýüklenmäniň göniden – göni baglylygy bilen hemişelik toguň zwenosyz ýygylýgyň özgerdijisi (baglanşyksyz) ýygylýgy özgerdiji.
- 2) Hemişelik toguň aralyk zwenosy bilen özgerdijiler (iki zwenoly ýygylýgyň özgerdiji) Ýygylýgy özgerdiji – güýç böleginde (GB) we doandyrma shemasyndan (DS) ybarat . $U_y \rightarrow$ dolandyrma signaly.



5.12-nji çyzgy. Göniden – göni baglanşyksyz (0 ýygylýgy shemasy).

Standart U_1 naprýaženiýäniň üýtgeýän togunyň elektrik energiýasyny we f_1 ýygylgy sazlanýan U_{saz} naprýaženiýeli toguň energiýasyna we f_{saz} ýygylgy özgermesini amala aşyrylýan. Ýygylgyň özgerdijisiniň güýç bölegine (GB) tranzistorlar girýärler, kä bir ýagdaýlarda ylalaşdyryjy (согласующий) transformatorlar. Dolandyрма shema, wagtyň gerekli pursatynda tiristorlaryň dolandyryjy elektropriwodlaryna iberilýän impulslaryň kömegi bilen ýygylgy özgerdijiniň güýç bölegini tiristorlar bilen dolandyrmasyňyň üpjün edýär.

Hemişelik toguň zwenoly ýygylgyk özgerdijisine seredip geçeliň. Üýtgeýän tokly zwenoly ýygylgyk özgerdiji shemasy. Inwentyr dolandyрма shemasy. Ýygylgyk özgerdijisiniň güýç bölegi iki esasy bloklardan ybarat.

УВ - dolandyrylýan göneldiji;

УИ – dolandyrylýan inwentyr.

U_1 we f_1 naprýaženiýe, üýtgeýän U_1 naprýaženiýäni E_o hemişelige özgerdýär (öwürýän) УВ iberilýär. Bu naprýaženiýäni dolandyрма shemanyň kömegi bilen (СУУВ) giň çäklerde sazlap bolýar.

Göneldilen we dolandyrylýan E_o naprýaženiýe УИ çykyşyna iberilýär, ol bolsa sazlanýan ýygylgyň f_{saz} üç fazaly üýtgeýän U_{saz} naprýaženiýe hemişelik toguň E_o naprýaženiýesini özgerdýär (öwürýän). УИ-nyň çykyş f_{saz} naprýaženiýäniň ýygylgy, dolandyрма signalyň funksiýasynda onuň СУУИ-nyň dolandyрма shemasy berilýär.

Wentilleriň togunyň kommutasiýa usulyna baglylykda set bilen wedomyý we awtonomlara bölünýärler. Set bilen wedomyý inwentyrlarda wentilden wentele toguň kommutasiýa iýmitlenme çeşmesiniň üýtgeýän togunyň naprýaženiýesi bilen üpjün edilýär.

Toguň kommutasiýasy üçin awtonom inwentyrlarda goşmaça elementlar – kondensator we induktiwligiň tegekleri peýdalanylýar.

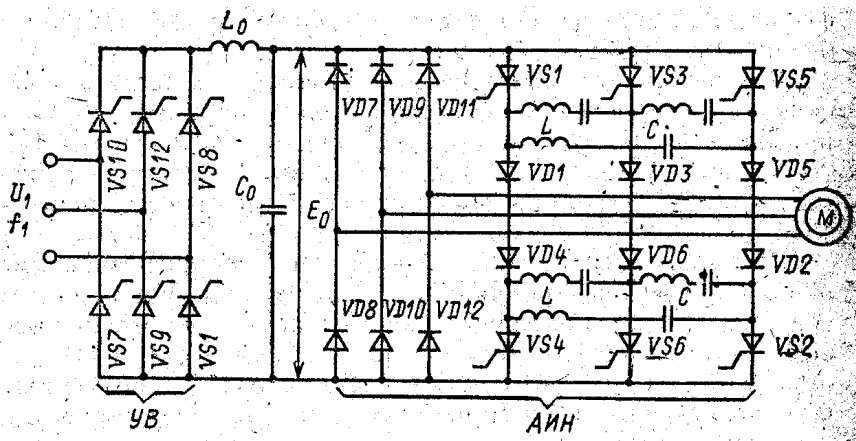
Awtonam inwentorlar iki synpa- naprýaženiýäniň we toguň inwentorlaryna bölünýärler. Naprýaženiýäniň awtonom inwentorlarynda (NAZ) ýýmitlenme çeşmesi hökmünde naprýaženiýe çeşmesi bar. Eger-de NAZ-lar YB-den ýýmitlenýän bolsalar, onda munuň üçin göneldijiniň çykyşynda uly göwrümlü kondensator gurnalýar. Netijede NAZ-da gaty (жесткая) daşky häsiýetnamasy bar, ýagny ýüklenmäniň togunyň üýtgemegi bilen NAZ üýtgemeýär diýen ýaly. Şeýle häsiýetler netijesinde NAZ ulanylanda Asinhron dwigateleriňa dolandyryjy täsir etmeler ýygylýk we naprýaženiýe bolup durýarlar.

Toguň awtonom inwentorlarynyň (TAJ) toguň çeşmesiniň häsiýetleri bar, munuň üçin olaryň ýýmitlenmesi toguň çeşmesinden amala aşyrylýar. ИПI hökmünde dolandyrylýan göneldiji ulanylanda onuň çykyşynda oňa şeýle häsiýeti bermek üçin uly induktiwlýk drossel gurnalýar. TAJ ulanylanda AD dolandyryjy täsir edijiler statoryň togy we ýygylýk bolup durýarlar.

NAZ-nyň artykmaçlyklary, çykyş naprýaženiýäniň ýüklenme pursatyna we ýygylýga bagly bolmazlygy bolup durýar.

TAJ sete energiýanyň rekuperasiýa bilen (bermek bilen) Asinhron dwigateli togtatmak üçin ulanylýar (ýygylý geçiş prosessler bilen işleýän). Munuň üçin dolandyrylýan göneldip inwentor ýagdaýa geçirilýär we göneldilen toguň ugruny saklamaklykda energiýa sete rekupererirlenýär. Şunuň özünde TAJ-nyň NAZ-den artykmaçlygy bolup durýar, onuň üçin, sete energiýanyň rekuperasiýasy zerur bolanda, dolandyrylýan göneldijä parallel birikdirilýän set bilen goşmaça alynyp barylýan inwentor ulanylmaly.

Naprýaženiýäniň awtomatiki inwentorly awtomatizirlenen elektropriwodlarynyň güýç bölegiň shemalarynyň praktiki mysalyna seredip geçeliň.



5.13-nji çyzgy. Hemişelik tokly we naprýaženiýäniň awtomatiki inwentorly zwenoly ýygylgyň özgerdijisiniň praktiki (tejribe) shemasy (ulgam açyk).

vs7-vs12 tiristorlar dolandyrylýan göneldijini (DG) emele getirýärler.

DG-niň çykyşynda α_0 filtriň reaktory we c_0 kondensator işe goýberilen, ol vd7-vd12 diodlar bilen bilelikde reaktiw kuwwatyň sirkulýasiýasyny üpjün edýär. Inwentoryň esasy shemasyny emele getirýän vs1-vs6 tiristorlaryň niýetlenmesini ýokarda seredilip geçilen. C kondensatorlar L induktiwlikler vd1-vd6 diodlar bilen bilelikde, gerekli pursatda vs1-vs6 esasy tiristorlaryň ýapylasyny üpjün edýän emeli komutasiýanyň zynjyrlaryny emele getirýärler.

Ýygylgyň özgerdijisiniň çykyşynda U_{saz} naprýaženiýanyň amplitudasy DG-nyň çykyşynda E_0 üýtgemegi bilen sazlanýar, onuň f_{saz} ýygylgy, dolandyrylýan inwentoryň (cyyu) dolandyрма shemasy bilen berilýän **vs1 – vs6** tiristorlaryň komutasiýasynyň ýygylgy bilen kesgitlenilýär.

Indi bolsa TAJ-li Asinhron dwigateliniň ýygylýk-tokly dolandyrmasyň ýapyk tokly dolandyrmasyň ýapyk ulgamynyň ýönekeýleşdirilen shemasyna seredip geçeliň.

TAJ-li asinhron elektropriwod.

a) shemasy

b) mehaniki häsiýetnamasy.

Tiristorlaryň, diodlaryň we TAJ-nyň hem DG-nyň kondensatorlarynyň niýetlenilişi hem edil ýokardaky ýaly .

CYB-DG-leriň tiristorlaryny dolandyrmagyň shemasy .

CYU-TAJ-nyň tiristorlarynyň dolandyrmagyň shemasy.

PT-statoryň togyny sazlaýjy

DT-statoryň togunyň datçigi.

DC-tizligiň datçigi

YO-güýçlendiriji-çäklendiriji .

ФП-funksional özgerdiji

U_w –tizlik boýunça ters arabaglanşygynyň signaly

U_P -rotoryň otnasitel ýygylgyna proporsionaldyr (deňölçegli) signal

U_T -tok signaly

$$\beta = f_2 / f_{1 \text{ nom}}$$

(β -absolýut typma diýilýär)

$$\beta = \alpha s \text{ bu ýerde } \alpha = f_1 / f_{1 \text{ nom}}$$

Shemanyň işleýşi indiki görnüşde bolup geçýär .

U_{3C} buýruk beryiji signal TAJ-nyň tiristorlarynyň geçirme ýygylgyny we şunuň bilen bilelikde asinhron dwigateliniň statoryň togunyň ýygylgyny kesgitleýär. Ters baglanşykly signalardan ($U_3 - U_w$) tizlik boýunça aýrylanda,

rotoryň otnasitel ýygylgna proporsional (deňölçeqli) U_b signal alynýar. $\beta = f_2 / f_1$ nom

$$U_\beta = U_{3c} - U_\omega \quad (5.39)$$

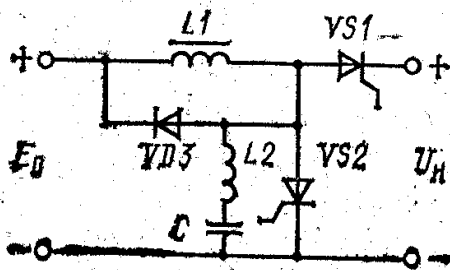
$$\beta = \alpha s \text{ bu ýerde } \alpha = f_1 / f_{nom}$$

U_f signal YO-dan U_w signal bilen bile geçip CYU çykyşa baryar. TAJ çykyşda ýygylk $U_f = U_f + U_\omega$ signal bilen kesgitlenýär. CYU şeýle bir görnüşde düzülen (gurnalan), YO liniýaly çäkde (zona) işleýän wagty TAJ çykyşdaky ýygylk hemişelik bolýar we bagly bolmaýar ($U_{os}=U_{3c}$). Bu ýagdaýda dwigatelde gaty mehaniki häsiýetnamalary bolýar.

U_f signal $\Phi\Pi$ -den geçenden soň togy sazlamak kontury üçin buýruk beriji signal bolup durýar. Sebäbi bu signal absolýut typma proporsional we Asinhron dwigateliň togy ýygylklarda oňa proporsional bolar.

U_{3c} -nyň kerç (birden) üýtgemelerinde ýa-da asinhron dwigateliň aşa ýüklenmesinde YO özüniň U_f çykyş signalynyň çäklenme (hemişelik) zologyna girýär, şonuň bilen bilelikde tok üçin buýruk bermäni hem talap edilýan derejede çäklendirilýär. AD bu ýagdaýda islendik tizlikde toguň we absolýut tipmanyň hemişelik bahalary bilen işleýär. Ýagny Asinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamasy absolýut ýünişak bolar (b-egrisi).

Energiýanyň sete rekuperiasıýasy bilen Asinhron dwigateliň togtamasyna TAI göneldiji ýagdaýa geçýär, DG-set bilen alynyp barylýan inwentyryň ýagdaýyna sazlama geçijisini ýokarlandyrmak üçin (ИЦП) ulanylýar-naprýäženiýanyň giňlik –impuls sazlaýjysy, olar inwentyry we hemişelik toguň naprýäženiýasynyň çeşmesiniň aralygynda gurnalýarlar. Şeýle bir ýagdaýlarda ulanmak maksada laýykdyr, haçanda inwertor hemişelik toguň setinden ýa-da dolandyryan göneldijiler iýmetlerinde ИЦПН shemasy.



5.14-nji çyzgy.

ЩИП shemasu şu indiki elementlerden ybarat:

VS1-esasy teristor;

VS2-kömekçi teristor;

L1-çäklendiriji reaktor;

L2 we C- kommutirleýji konturyň reaktory we kondensatory;

VD3-dolandyрмаýan diod.

Shemanyň işleýşi şeýle:

СИФУ- dan dolandyрмаýan impuls VS1 teristora iýberlende ol açylýar we ýüklenýär E_0 iýmetlenme çeşmesine naprýaženiýe goýulýar. ИП-ден ýüklenmäni öçürmek üçin VS2 impuls berilýar we VS1-den impuls aýyrylýar, soňra VS1 kommutasiýanyň konturnyň kömegi bilen ýapylýar. VS1 we VS2 teristorlaryň kommutasiýanyň ýygylgy adaty bir näçe 100 Gs bolýar, bu bolsa şitde ýerleşdirilen filteriň ululuklaryby kiçeltmäne mümkinçilik berýär. Ýüklenmede ortaça naprýaženiýe VS1 teristorlaryň birikmesi **skwažlygyna** proporsional.

$$U_{n.or} = \gamma E_o \quad (5.40)$$

Skwažlyk

$$\gamma = t_3 / t_k = \frac{t_3}{(t_3 + t_p)} \quad (5.41)$$

t_3 - ýapyk wagt;

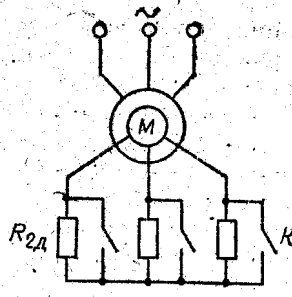
t_p - açyk wagt.

Ulanylşy: ýygrylyk – dolandyrylýan asinhron elektropriwodyň (Ч-У.А.ЭП)

- 1) Ýokary tizlikli elejtoşpindelleriň priwody;
- 2) elektroid
- 3) ýokary tizlikli aerodinamiki turbalaryň wentelýatory.
- 4) dürli synag tagtalary we ş.m.

5.8. Asinhron dwigateliniň koordinatolaryň tazlamagyň impuls usuly

Asinhron dwigateliniň koordinatolaryny sazlamagyň impuls usuly giňden ulanylýar, ýagny Asinhron dwigateliniň zynjyrlarynyň islendik bir ol çäginin ýa-da iýmetlendiriji setiň çäklein (periodiki) (impuls) üýtgemeginde. Esasan asinhron dwigatelde köplenç, asinhron dwigatelde getirilýän naprýaženiýäniň ýa-da rotoryň ýa-da statoryň zynjyrynda rezistorlaryň garşylyklarynyň impuls üýtgemegi amala aşyrylýar.



5.15-nji çyzgy.

Rotoryň zynjyrynda rezistorlary impulsly sazlamagyň shemasy.

- a) shemalar;
- b) mehaniki häsiýetnamalar;
- c) açaryň işleşiniň we dürli skwažlykda wagtda tizligiň üýtgemegiň grafikleri.

Impulsly sazlamanyň iş usulyna seredip geçeliň. Rotoryň zynjyrynyň. K açar bilen gysgalyp bilýän R_{2g} çatylan. AD –da gysgaldylan R_{2g} garşylykda tebigy mehaniki häsiýetnamasy bar I-egri, II-emeli egri (K-açyk). Aýdalyň, K açar käbir hemişelik ýygylýk bilen we giň çäklerde (diapozonda) sazlanýan onuň ýapyk ýagdaýynyň dowamlylygy bilen çäkleýin (periodiki) ýapylýar we açylýar. Grafik çyzgyda görkezilen.

t_0 -açaryň açyk ýagdaýynyň wagty.

t_3 -açaryň ýapyk ýagdaýynyň wagty.

$T=t_3+t_0$ -gaýtalanýan siklyň wagty (periody).

Indi açaryň işini skwažlylyk bilen häsiýetlendiriliň $\gamma=t_3/T$ ($\gamma_3=1$ açar ýapyk) ($\gamma_0=0$ -açar açyk).

$M_H=M_c$ bolanda ýüklenme pursaty, onda $\gamma_3=1$ tizlik $\omega_{ycm.3}$ laýyk gelyär, emma $\gamma_0=0 \rightarrow \omega_{ycm.0}$ bolýar. Bu iki aňlatma, berilen M_c -de ony sazlamagyň çägin (diapozon) kesgitleýän çäklendiriji tizlikleriň arçägi bolup durýar.

Açaryň işiniň skwažlagynyň $0 < \gamma < 1$ aralyk bahalaryny kesgitleýliň. Aýtmak gerekli, K açaryň ýagdaýy, rotor zynjyrynyň garşylygy çäklein (periodiki) üýtgeýärler, onda toklar we M pursat çäklein üýtgeýärler, laýyklykda bolsa Asinhron dwigateliniň tizligi hem üýtgeýär.

Eger-de $M > M_c$ bolsa, onda priwot tizlenýär we onuň tizligi ýokarlanýar $M > M_c$ bolsa tersine bolýar. Asinhron dwigatelininiň tizliginiň çäkleýin üýtgemeginiň edil şonuň ýaly prosessiniň käbir orta bahanyň ýanynda impuls sazlamada özüniň ýeri bolýar.

Goý başda k açar ýapyk bolsun ($\gamma_3=1$) we AD a nokatda I häsiýetnamada işlän bolsun, bu ýerde ω_3 tizlik bilen aýlanyp, onuň pursaty (moment) ýüklenme pursata deň $M=M_c$. R açaryň işiniň skwažlylygyny käbir $\gamma_1=t_3/T < \gamma_3$ baha çenli azaldyň. Onda t_1 wagtyň pursatynda açar açylar we rotoryň zynjyryna garşylyk giriziler, oňa II häsiýetnama laýyk gelýär. Bu ýagdaýda I häsiýetnamadaky a içki nokat II häsiýetnamadaky a_1 nokadyň ýagdaýyna geçer, ω_3 tizlik M_c ýüklenme pyrsatdan pes bolan M_1 pursat laýyk gelýär. Asinhron dwigatelininiň rotory haýallap başlar we onuň tizligi tä a_{II} nokada laýyk gelýän K açar t_{II} wagtyň pursatynda ýenede ýapylýança. Bu ýagdaýda nokat I häsiýetnamada a_{III} ýagdaýa geçer, munda bolsa, dwigateliň pursaty eýýäm M_c -den ýokary geçýär, AD bat alyp başlar. Wagtyň $t_{III}=t_1+T$ pursatyna eýýäm gabat gelýän a nokatda açar täzeden açylar, we бүтін sikl gaýtalanyp başlaýar. Asinhron dwigatelininiň tizligi ω_3 –den we ω_1 çenli çäklerde, berlen γ_1 skwažlylygy laýyk gelýän käbir ω_1 orta tizligiň ýanynda üýtgeýär.

K açaryň içiniň skwažlylygyny $\gamma_2=t_3/T < \gamma$ baha çenli peseldeliň, ýagny açaryň ýapyk ýagdaýynyň wagtyny gysgaldalyň. Bu ýagdaýda asinhron dwigatelininiň tizligi dyrmanyň köpeldilen wagtyndan has az dereje çenli peseler, K açaryň ýapyk ýygnamada wagtynda bolsa, diňe ω_3 başlangyç tizlikden hem pes ω_2 baha çenli ýokarlanar. Bu ýagdaýda asinhron dwigatelininiň orta tizligi hem ω_2 baha çenli peselen

wagtyň funksiýasynda tizligiň grafigi $I(\gamma_1)$ egriden aşakda ýerleşer. Şeýlelikde, γ açaryň skwažlylygyny üýtgeymek bilen, Asinhron dwigateliniň tizligini sazlap bolýar.

Edil şonuň ýaly görnüşde, skwažlylygyň üýtgemeginde dälde K açaryň ýapylmagynyň ýyglylygynda asinhron dwigateliniň tizliginiň sazlamasy hem bolyp geçer. Dolandyrmanyň şeýle usuly hem impuls Elektropriwodda ulanylyşyny tapýar.

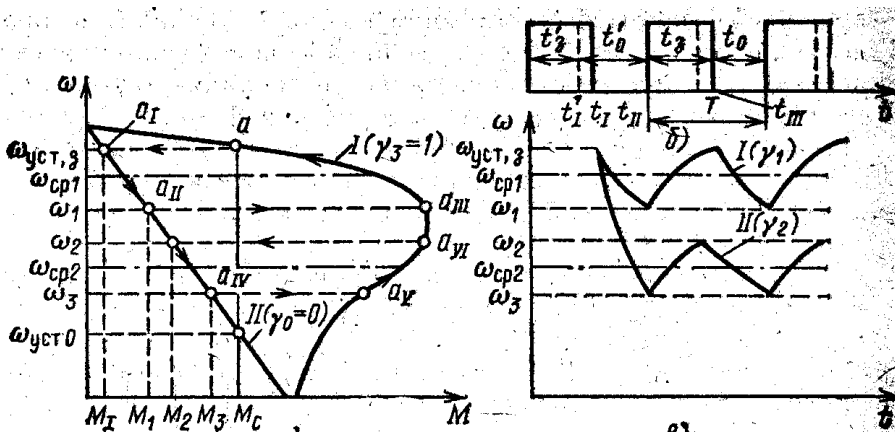
Soňky ýyllarda impuls shemalaryny ulanmagyň çäkleri, kommutirleýji açarlar hökmünde ýarym geçiriji dolandyrylýan wentilleri olarda ulanmak bilen baglylykda giňedi.

Açar (K) hökmünde, rotoryň göneldilen togunyň zynjyryna birikdirilen R_{2g} goşmaça rezistory kommutirleýji VS tiristor ulanylan.

VS tiristoryň emeli kommutasiýasynyň zynjyrlary shemada görkezilmedik. Iş prinsipi öňki ýaly.

Impulsly sazlamanyň tiristor shemasy impuls shemalar ýönekeý bolýarlar we Asinhron dwigateliniň tizligini sazlamasy, ýöne kemçilikleri bar: Asinhron dwigateliniň orta tizligi, onuň walyndaky ýüklenme pursata bagly, energiýanyň ep-esli ýitgileri sebäpli tygşytlylygy hem ýokary däl. Ýapyk ulgamlarda tiristorlar ulanlanda, 20:1 çäklerde tizligiň endigan sazlanmasyny almana mümkinçilik berýär.

Ulanylyşy. Ulaglarda, stanok gurluşynda galdyryjy kranlaryň mehaniki bolsa tersine bolýar. Asinhron dwigateliniň tizliginiň çäkleýin üýtgemeginiň edil şonuň ýaly prosessiniň käbir orta bahanyň ýanynda impuls sazlamada özüniň ýeri bolýar.



5.16-njy çyzgy.

Goý başda K açar ýapyk bolsun ($\gamma_3=1$) we AD a nokatda I häsiýetnamada işlän bolsun, bu ýerde ω_3 tizlik bilen aýlanyp, onuň pursaty (moment) ýüklenme pursata deň $M=M_c$. R açaryň işiniň **skwažlylygyny** käbir $\gamma_1=t_3/T < \gamma_3$ baha çenli azaldyň. Onda t_1 wagtyň pursatynda açar açylar we rotoryň zynjyryna garşylyk giriziler, oňa II häsiýetnama laýyk gelýär. Bu ýagdaýda I häsiýetnamadaky a içki nokat II häsiýetnamadaky a_1 nokadyň ýagdaýyna geçer, ω_3 tizlik M_c ýüklenme pursatdan pes bolan M_1 pursat laýyk gelýär. Asinhron dwigatelineň rotory haýallap başlar we onuň tizligi tä a_{II} nokada laýyk gelýän K açar t_{II} wagtyň pursatynda ýenede ýapylýança. Bu ýagdaýda nokat I häsiýetnamada a_{III} ýagdaýa geçer, munda bolsa, dwigateliň pursaty eýýäm M_c -den ýokary geçýär, AD bat alyp başlar. Wagtyň $t_{III}=t_1+T$ pursatyna eýýäm gabat gelýän a nokatda açar täzeden açylar, we бүтін sikl gaýtalanyp başlaýar. Asinhron dwigatelineň tizligi ω_3 –den we ω_1 çenli çäklerde, berlen γ_1

skwažlylygy laýyk gelýän käbir ω_1 orta tizligiň ýanynda üýtgeýär.

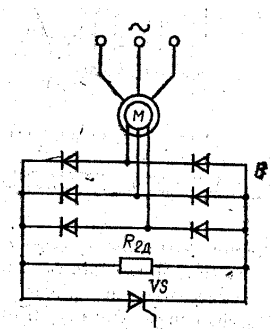
K açaryň içiniň skwažlylygyny $\gamma_{2=t_3/T} < \gamma$ baha çenli peseldeliň, ýagny açaryň ýapyk ýagdaýynyň wagtyny gysgaldalyň. Bu ýagdaýda Asinhron dwigateliniň tizligi dyrmanyň köpeldilen wagtyndan has az dereje çenli peseler, K açaryň ýapyk ýygnamada wagtynda bolsa, diňe ω_3 başlangyç tizlikden hem pes ω_2 baha çenli ýokarlanar. Bu ýagdaýda asinhron dwigateliniň orta tizligi hem ω_2 baha çenli peselen wagtyň funksiýasynda tizligiň grafigi $I(\gamma_1)$ egriden aşakda ýerleşer. Şeýlelikde, γ açaryň skwažlylygyny üýtgetmek bilen, Asinhron dwigateliniň tizligini sazlap bolýar.

Edil şonuň ýaly görnüşde, skwažlylygyň üýtgemeginde dälde K açaryň ýapylmagynyň ýygylgynda Asinhron dwigateliniň tizliginiň sazlamasy hem bolyp geçer. Dolandyrmanyň şeýle usuly hem impuls Elektropriwodda ulanylyşyny tapýar.

Soňky ýyllarda impuls shemalaryny ulanmagyň çäkleri, kommutirleýji açarlar hökmünde ýarym geçiriji dolandyrylýan wentilleri olarda ulanmak bilen baglylykda giňedi.

Açar (K) hökmünde, rotoryň göneldilen togunyň zynjyryna birikdirilen R_{2g} goşmaça rezistory kommutirleýji VS tiristor ulanylan.

VS tiristoryň emeli kommutasiýasynyň zynjyrlary shemada görkezilmedik. Iş prinsipi öňki ýaly.



5.17-nji çyzgy.

Impulsly sazlamanyň tiristor shemasy impuls shemalar ýönekeý bolýarlar we asinhron dwigatelineň tizligini sazlamasy, ýöne kemçilikleri bar: Asinhron dwigatelineň orta tizligi, onuň walyndaky ýüklenme pursata bagly, energiýanyň ep-esli ýitgileri sebäpli tygşytlylygy hem ýokary däl. Ýapyk ulgamlarda tiristorlar ulanlanda, 20:1 çäklerde tizligiň endigan sazlanmasyny almana mümkinçilik berýär.

Ulanylyşy. Ulaglarda, stanok gurluşynda galdyryjy kranlaryň mehaniki nizularynyň we käbir beýleki önümçilik mehanizmlaryň priwodlary üçin

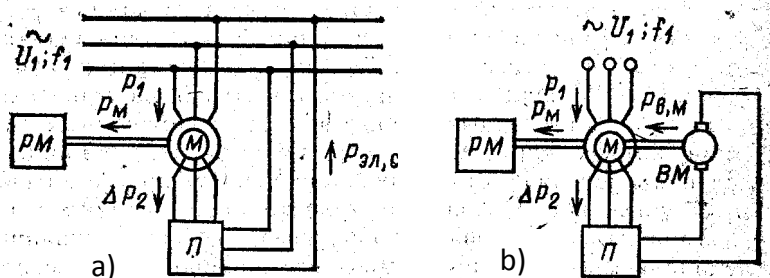
5.9. Birikdirmäniň (включение) kaskad shemalarynda asinhron dwigatelineň tizligini sazlamak

Birnäçe usullary ulanmaklykda (reostat, ТПН –yň kömegi bilen we başg) Asinhron dwigatelineň tizligini sazlamak, rotoryň zynjyrynda $\Delta P_2 = M\omega_0$ s typmanyň bölünip çykması bilen bolup geçýär, bu bolsa asinhron Elektropriwodyň tehniki ykdysady görkezijilerini ep-esli peseldýär. Typma ýitgileri absalýut bahalary boýunça aşa uly bolýarlar.

Şol sebäpden typma energiýasyny peýdaly işi amala aşyrmak üçin peýdalanmaga ymtylýarlar. Typma ýitgileri peýdaly ulanylan birinji shemalar Asinhron dwigateliniň başga elektrik maşynlar bilen ýörite birikmesiniň ugry bilen döredilen we kaskad diýen adyny alan. Häzirki wagtda, Asinhron dwigateliniň typma energiýasyny, goşmaça kömegi bilen ulanylyan shemalar bar, bu shemalar hem kaskad diýip atlandyrylýarlar.

Şeýlelikde kaskad diýip, asinhron dwigateliniň tizligini sazlamagy üpjün edip bir wagtyň özünde typma energiýany peýdaly ulanmaga mümkinçilik berýän Asinhron dwigateliniň birikme (включение) shemalary atlandyrylýarlar.

Typma energiýany ulalmagyň usuly boýunça iki sany prinsipiýal dürli shemalary tapawutlandyryýarlar: 1) elektrik-(a) we 2) elektromehaniki-(b) kaskadlar.



5.18-nji çyzgy. Elektrik kaskadlar, mehaniki kaskadlar.

PM - işçi maşyn;

Г - özgerdiji;

BM – kömekçi maşyn.

ФР-ли АД setden P_1 kuwwaty sarp edýär. Onuň köp bölegi P_m mehaniki kuwwat görnüşinde işçi maşyna berilýär, kä- bir bölegi bolsa $\Delta P_2 = M\omega_{os}$ typma kuwwaty görnüşinde

(II) özgerdijiniň çykyşyna gelyär. (II) özgerdiji $f_2 = f_1$ s ýygylkda typma kuwwatyny f_1 ýygylkda $P_{\text{эл}}$ sete elektrik kuwwata özgerdýär (öwürýär) we ony sete iýberýär. Elektrik kuwwat

$$P_{\text{эл.с}} = \Delta P_2 - \Delta P_{2\text{эл}} - \Delta P_{\text{II}} \quad (5.42)$$

bolar.

Bu ýerde $\Delta P_{2\text{эл}}$ – Asinhron dwigateliniň rotorynyň sargysyndaky elektrik ýitgileri;

ΔP_{II} – II – däki ýitgiler.

(b) shemada bulardan başga, esasy AD bilen bir walda ýerleşýän (BM) kömekçi dwigatel ulanylýar. Bu ýagdaýda rotordaky, özgerdijidäki (II) we dwigateldäki (BM) ýitgileri hasapdan çykarmak bilen typma kuwwaty mehaniki kuwwat (P_{BM}) görnüşinde wala barýar.

$$P_{\text{BM}} = \Delta P_2 - \Delta P_{2\text{эл}} - \Delta P_{\text{II}} - \Delta P_{\text{BM}} \quad (5.43)$$

Bu ýerde ΔP_{BM} – kömekçi dwigateldäki ýitgiler.

Aýdalyň, kaskad shemada ýigiler ýok, onda gurnap bolar, PM – işçi maşyna $P_{\text{эм}}$ hemme elektromagnit kuwwat geçirilýär, ýagny $P_{\text{M}} = P_2 = M\omega$, BM dwigatelden kuwwat $P_{\text{BM}} = \Delta P_2 = M\omega_0$ s, netijede kaskadyň walynda jemlenen mehaniki kuwwat şeýle bolar.

$$P_{\text{E}} = P_{\text{M}} + P_{\text{BM}} = M_{\text{W}} + M_{\text{WOS}} = M_{\text{W0}} = P_{\text{III}} \quad (5.44)$$

Bu ýerde

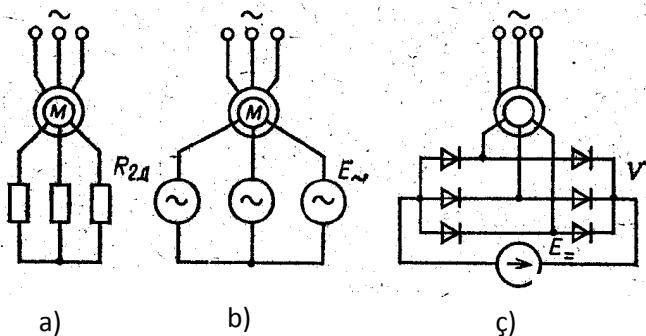
$$M[w_0 + W_{0s}] = M[w_0(1-S) + w_{0s}] = M_{\text{W0}}.$$

Şonuň üçin kaskadlara (b sur) hemişelik kuwwatly kaskadlar diýilýär.

Kaskadlar gurluşlarda ulanylýan gurnamalaryň görnüşine baglylykda maşyn, maşyn-wentilli we wentilli kaskadlary tapawutlandyrýarlar.

Maşyn kaskady-diňe elektrik maşynlaryň kömegi bilen işledip ulanylýar bir ýakarly özgerdijiler, sinhron maşynlar, üýtgeýän toguň kollektor maşynlary . maşyn kaskadyň taryhy gyzygy bar. Elektron tehnikasynyň ösmegi bilen, dolandyrylýan we dolandyrylmaýan ýarym geçiriji wentilleriň ulanylmasy bilen özgerdijini işledip peýdalanmak mümkinçiligi boldy. Munuň netijesinde maşyn-wentil we wentil kaskadlar shemalary, maşynlylar bilen deňeşdirlende has ýokary tehniki-ykdysady görkezijileri bar bolan we has amatlylar dörediler.

Çyzgydaky typma energiýanyň peýdaly ulanmasynyň we tizligi sazlama prinsiplaryna seredip geçeliň.



5.19-njy çyzgy. Elektrik kaskadlar, mehaniki kaskadlar.

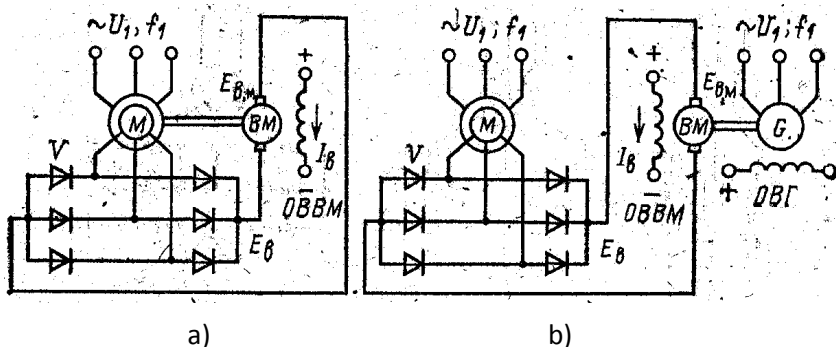
Kaskad shemalaryň iş prinsipine:

- a) R_{2g} kömegi bilen koordinatlary sazlamak.

b,ç) laýyklykda üýtgeýän we hemişelik togunyň EHG-nyň kömegi bilen sazlamak.

R_{2g} , E_n , E -lary sazlap, dwigateliň rotorynda togy, şonuň bilen bilelikde onuň pursatyny we tizligini üýtgedip bolýar.

(a çyzygy) görnüşi ýaly, sazlama , R_{2g} rezistoryň gyzmagyna typma energiýanyň sarp edişmesi bilen bolup geçýär, onda (b,ç) shemalarda bu energiýa EHG-nyň çeşmeleri bilen sarp edilýär we peýdaly ulanylyp bilner.



5.20-nji çyzygy. Maşyn-wentil elektromehaniki we elektrik kaskadlaryň shemalary.

Görşimiz ýaly Asinhron dwigateliň rotor zynjyryna, ýarymgeçiriji wentillerdan ýygynalan üç fazaly göneldiji V list birikdirilýär (включается) V-listiň çykarmalaryna garaşsyz oýandyryjynyň kömekçi hemişelik togunyň ýakor birikdirilen.

Onuň E_{BM} ýakorynyň EHG-si E_B göneldijiniň EHGG-sine gabat ugradylan.

Şeýle birikdirmäniň netijesinde f_2 ýygylýgyň üýtgeýän togunyň typma energiýasy göneldiji bilen hemişelik toguň energiýasyna özgerdilýär (öwrülýär), ol bolsa BM kömekçi maşyna barýar we onda mehaniki ener giýa öwrülýär.

Soňra, elektromehaniki kaskatda ol, esasy asinhron dwigateliniň balyna gaýdyp gelýär, emma elektrik kaskatda ST-nyň (G) kömegi bilen $-f_1$ ýygylgynyň üýtgeýän togunyň iýmitlendiriji setine.

M-BK-nyň (maşyn –wentil kaskatlar) tizligini sazlamak BM-nyň E_{BM} EHG-siniň üýtgemeginiň hasabyna bolup geçýär, bu bolsa onuň (I_b) oýandyрма togunyň sazlamasy bilen amala aşyrylýar. Tizligi sazlamagyň prosesine seredip geçeliň:

Aýdalyň, elektropriwodyň işlemeginde kadalanan (bellenilen, durnuklaşan) ýagdaýda (rezim) (I_b) oýandyрма toguň ýokarlanmagy bolup geçýär. Munyň netijesinde E_{BM} -nyň ýokarlanmagy we (I_d) göneldilen toguň peselmegi bolup geçer, ol şeýle kesgitlenýär.

$$I_d = (E_b - E_{BM}) / R_e$$

Bu ýerde R_e -göneldilen toguň zynjyrynyň jemlenen aktiw garşylygy;

I_d -göneldilen tok.

I_d toguň we şonuň bilen bilelikde asinhron dwigateliniň rotorynyň togunyň peselmegi onuň elektromagnit pursatynyň peselmegini ýüze çykarýar, ol bolsa (M_c) ýüzlenme pursatyndan hem pes bolar. Munuň netijesinde dwigateliň tizligi peselip başlar, onuň typmasy we rotor sarymynyň EHG-si $E_2 - E_{2ks}$ ýokarlanyp başlarlar. Rotoryň EHG-siniň ýokarlanmagy rotoryň togunyň weşonuň bilen bilelikde asinhron dwigateliniň pursatynyň beýgelmegine getirer, ol bolsa ýene-de ýüklenme pursatyna deň bolar, we asinhron dwigateliniň tizligi üýtgemegini bes eder. Dwigateliň ýene-de bellenen (kadalaşan, ustanowilsýa) ýagdaýda işläp başlar, ýöne indi has pes tizlikde.

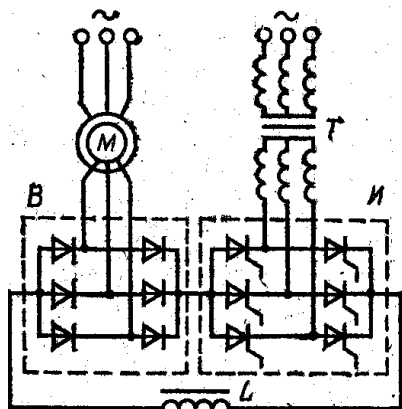
Elektromehaniki (a) we elektrik (b) kaskadlaryň mehaniki häsiýetnamalaryna seredip geçeliň.

Elektromehaniki kaskadyň mehaniki häsiýetnamasy hemişelik kuwwatyň kaskady diýip atlandyrylýar.

Elektrik kaskadyň mehaniki häsiýetnamasy hemişelik pursatyň kaskady diýip atlandyrylýar.

Biziň bilşimiz ýaly häzirki wagt statiki PÇ-lere energiýanyň elektromaşynaýlanýan özgerdijileriniň çalyşmasynyň tendensiýasy barýar.

Aýratynlykda, BM-C_e (CT) elektromaşynyň agregaty, (T) transformatorlardan we (U) inwentordan ybarat bolan statiki ýygylgy özgerdiji energiýa hem çalşyryp bolýan, sete berilýän toguň energiýasyna göneldijiden gelýän toguň energiýasyna özgerdijini özünden emele getirýär.



5.21-nji çyzgy.

Inwentar, hemişelik toguň energiýasy üýtgeýän toguň energiýasyna özgerdijini özünden emele getirýär.

Shemada asinhron dwigateliň rotor zynjyryna (B) göneldijiniň ýarymgeçiriji dolandyrylmaýan wentilleri we (U) inwentoryň dolandyrylýan wentilleri, şeýle hem göneldilen toguň pulsasiýasyny ýazmak üçin gulluk edýän (L) reaktor birikdirilen (включен) asinhron wentil kaskadyň

shemasy kaskad shemalarda tizligi sazlamagyň praktiki araçägi (diapazony) adaty ikiden köp bolmaýar. Bu, tizligi sazlamagyň araçäginiň (diapazonynyň) we şonuň bilen bilelikde asinhron dwigateliň typmasynyň ösmeginiň möçberine görä, ssinhron dwigateliň rotor zynjyryndaky hemme gurnamalaryň belenilen kuwwatyny ýokarlandyrmagy talap edýänligi bilen ýüze çykarylan. Şeýlelikde, ikä deň araçäkde (diapazonda) belenilen kuwwat, M-BЭК 250 % düzýär, olardan esasy ASINHRON DWIGATEL 100 % , göneldiji, kömekçi dwigatel, sinhron generator – 50% - den.

Kaskad shemalarda PC –iň tekizligi (плавность) ýeternikli ýokary, muňa ПЧ ЕНГ-siniň endygan (плавно) üýtgemesi bilen ýetilýär.

Kaskad PC –de priwodyň kuwwat koffisiýenti ($\cos \varphi$) gatnaşyklykda ýokary däl, bu bolsa kompensirleýji gurnamalaryň ulanylmasyň zerurlygyny ýüze çykarýar, mysal üçin kondensatorlar. Şeýle hem, birikdirilmäniň (включение) kaskad shemalarynyň asinhron dwigateliň kritiki pursady (momenti), birikdirilmäniň (включение) esasy shemasyň kritiki pursaty bilen deňeşdireniňde 15-17 % peselýändigini bellemek gerek.

Umuman kaskad usul asinhron dwigateliň tizligini sazlamagyň tygşytlý usuly bolup durýar.

5.10. Işe goýberilen rewersde we togtamada asinhron dwigateliň awtomatiki dolandyrylmasy

Işe goýbermede, rewersde we togtamada asinhron dwigateliň awtomatiki dolandyrylmasy, edil ДИТ –nyň dolandyrylma shemasy ýaly, wagtyň tizligiň, toguň we ugryň usuly (принцип) ýaly dolandyrmagyň rele- kontakt shemasyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Pes we orta kuwwatly asinhron dwigateleriň sete göni (göniden – göni)

birikmesine ýol berýändigleri sebäpli, bu ýagdaýlarda has ýönekeý dolandyрма shemalary ulanylyp bilinerler.

a) Gysga utgaşmaly rotorly asinhron dwigateleriň dolandyрма shemalary .

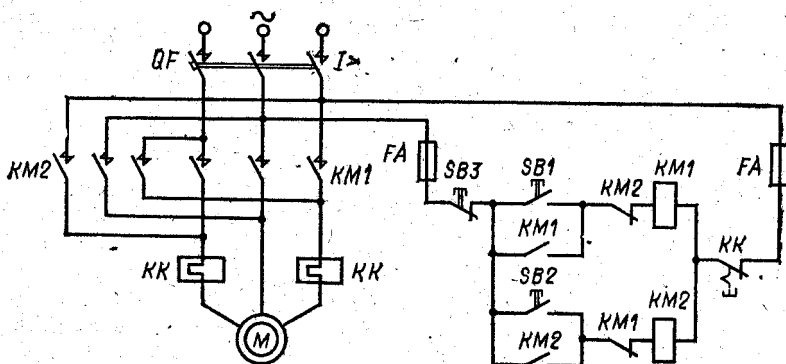
Bu görnüşli asinhron dwigateliň dolandyrmasy statoryň zynjyry boýunça amala aşyrylýar, sebäbi rotor gysga utgaşan K3P –ly asinhron dwigateliň dolandyрма shemalary, has ýönekeý we elektropriwodyň işini awtomatizirlemek boýunça çylşyrymly bolmadyk operasiýalary (işleri) amala aşyrylýar.

Magnit işe goýberijili (МИ) ulanmak bilen dolandyрма shemalar, kontaktorlardan (KM) we onuň içine gurnalan iki sany KK gorawyň ýylylyk relelerinden, QF öçürijiden, iki sany dolandyрма basmalaryndan (кнопки) - işe goýberme SB1 we duruzma SB2 we FA goraýjydan (предохранитель) ybarat bolan МИ –ni öz içine alýar. Shema asinhron dwigateliň göni (togy we pursaty çäklendirmesiz) işe goýbermäni onuň setden öçürilmesini, şeýle hem onuň setden öçürilmesini, şeýle hem onuň gysga utgaşmalardan (FA) we aşa ýüklenmelerden (KK) gorawyny üpjün edýär.

İşe goýberme (QF) birikdirmek (включение) we SB1 basmak bilen amala aşyrylýar. KM kontaktor iýmitlenme alýar we özüniň ЛМ kontaktlary bilen seti we blogyň KM kontaktyny ýapyp (utgaşdyryp, замыкая) tebigy häsiýetnama boýunça asinhron dwigateliň bat almasy bolup geçýär. Asinhron dwigateli öçürmek üçin SB2 basma (dүwme, кнопка) basylyar, KM kontaktor iýmitlenmesini ýetirýär we Asinhron dwigateliň setden öçürmeýär.

МИ –nyň kömegi bilen K3P –li Asinhron dwigateli dolandyrmagyň shemasy .

Asinhron dwigateliň rewersi rewersiw magnit işe goýberiji bilen amala aşyrylýar.



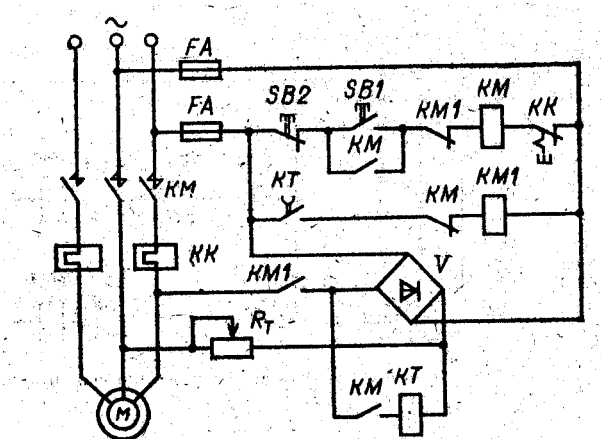
5.22-nji çyzgy.

ПИМ –iki sany KM1 we KM2 liniýaly kontaktory we iki sany KK goraw ýylylyk relelerini öz içine alýar. Şeýle hem shemada dolandyrmanyň üç sany düwmesi SB1, SB2, SB3, awtomatiki öçüriji QF we goraýjy FA (придoхранитель) bar. Shema AD–nyň rewersiini we göni işe goýberilmesini , şeýle hem el bilen (awtomatiki däl) dolandyrmada garşylykly ýakylma (противoвключение) bilen togtatmany üpjün edýär.

Gysga utgaşdyrylan Asinhron dwigateliň dolandyrmasyň rewersi shemasy SB1 we SB2 düwmelere basmak bilen dwigatel laýyklykda “ Öňe” ýa-da “ Ýza” işe goýberiler (hemmesi ýokardaky ýaly). Asinhron dwigateliň rewersi üçin ilki bilen SB3 düwmä basylýar, bu bolsa şu wagta çenli ýakylgy (включен) bolan kontaktoryň öçmegine getirýär (mysal üçin, KM1) , soňra SB2 düwme basylýar. Bu, KM2 kontaktoryň ýakylmasyna (включение) we ASINHRON DWIGATEL e setden naprýaženiýeniň fazalaryň başga tertipde çalşyrylyp iberilmegine getirýär. Asinhron dwigateliň magnit meýdany özünüň aýlanmasynyň ugruny üýtgedýär we iki tapgyrdan – garşylykly ýakmagyň(противoвключение) togtamasyndan we gabat ters tarapa bat almadan ybarat bolan rewers prosessi başlanýar. Asinhron dwigateliň holly tizlige ýetmeginde, onuň togtatmagyň zerurlygy bolan ýagdaýynda

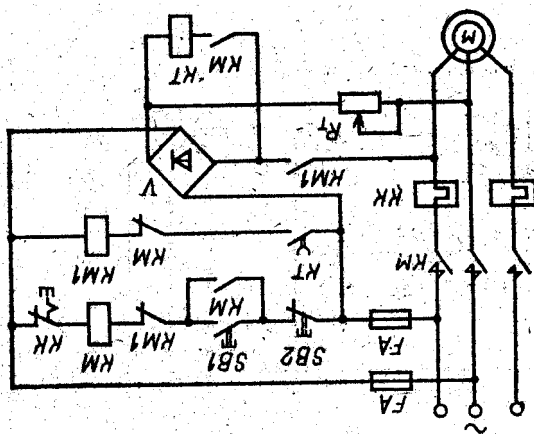
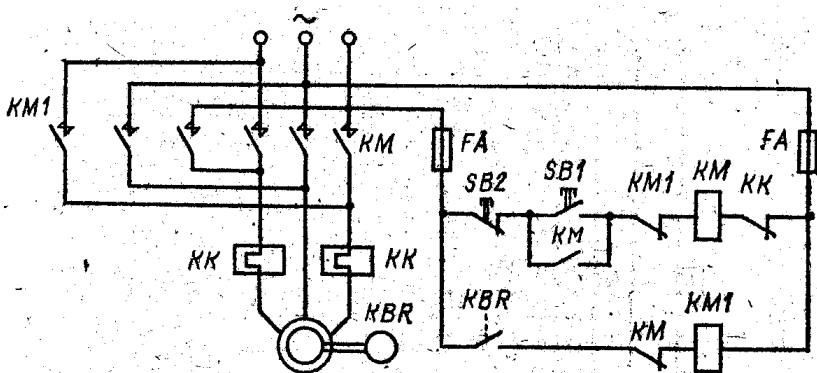
SB1 we SB2 düwmeleriň bir wagtda ýakylmasyndan
(включение) blokirleýji gorawlar hem bar.

Gysga utgaŭdyrylan asinhron dwigateliñ iŝe
goŭbermesini (руск) we dinamiki togtamasyny
dolandyrmagyñ shemasyna seredip geçeliñ.



5.23-nji çyzgy.

Wagt prinsipi boyunca göni işe goýbermäni (ныск) we DT –ny üpjün edýän Asinhron dwigateli dolandyрма shemasy 6.15-nji çyzgyda gözkeзilen. Ol, KM liniýaly kontaktory we KM1 togtatma kontaktory, KT wagtyň elektromagnit relesini, R_T sazlaýjy rezistory, V göneldijini we SB1 hem SB2 dolandyрма düwmeleri öz içine alýar. Goraw elementlerine FA goraýjylar (предохранитель) we KK ýylylyk relesi degişli.



5.24-nji çyzgy. KBP-li Asinhron dwigateliň DT –sini we işe goýbermesini (пуск) dolandyрма shemasy.

Dwigateliň işe goýbermesini (пуск) SB1 düwmä basmak bilen amala aşyrylýar, mundan soň, sete dwigateli birikdirýän KM liniýaly kontaktor işläp başlaýar. Munuň bilen bilelikde KM kontaktyň KT releniň zynjyryna utgaşmasy onuň işläp başlamagyny we onuň kontaktynyň KM1 kontaktoryň zynjyryna utgaşmasy ýüze çykarar.

Emma, soňkysy işläp başlamaýar, sebäbi munuň öň ýanynda bu zynjyrdaky KM üzüji kontakt açylýar.

Asinhron dwigateli duruzmaküçin SB2 düwme basylýar. Asinhron dwigateliň statorynyň zynjyrynda öz kontaktlaryny üzüp (аçур,размыкая) we şonuň bilen bilelikde ony setden öçürip, KM kontaktor öçürilýär .Munuň bilen bilelikde KM kontakt KM1 apparatyň zynjyryna utgaşar we KM kontakt KT releniň zynjyryna üzülmeyär(аçылýар,размыкается). Bu, KM1 togtama kontaktoryň ýakylmagyna (включение), statoryň sarymyna hemişelik toguň iberilmegine we dwigateliň dinamiki togtatma ýagdaýyna (режим) geçirilmegine getirilýär.

KT wagt relesi iýmitlenmesini ýitirip, wagtyň saklanmasyny hasaplap başlaýar. Asinhron dwigateliň durmagynyň wagtyna laýyk bolan wagtyň aralygyndan, KT rele KM1 kontaktoryň zynjyrynda öz kontaktyny üzýär(размыкает), ol bolsa statoryň zynjyrynda hemişelik toguň bermegini bes edip öçýär. Shema başlangyç ýagdaýa gaýdyp gelýär.

DT-nyň intensiwligi R_T rezistor bilen sazlanýar, onuň kömegi bilen Asinhron dwigateliň statorynda zerur bolan hemişelik tok goýulýar (устанавливается).

Indi bolsa gyda utgaşan AD –nyň işe goýberilmesi we togtamasy bilen ters ýakylmagyny (противовключение) dolandyрма shema seredip geçeliň.

Dolandyрма shema KM liniýaly kontaktordan , KM1 togtama , SB1 we SB2 dolandyрма düwmelerinden , KK gorawyň ýylylyk relesiniň we FA goraýjydan (предохранитель) ybarat.

Tizlik prinsipi KBR tizligiň barlag (gözegçilik) relesiniň kömegi bilen barlanýar(gözegçilik edilýär). Ol, asinhron dwigateliň waly bilen mehaniki baglanan elektromehaniki gurnamany özünden emele getirýär. Releniň işi şu indiki görnüşde amala aşyrylýar. Hereket etmeyän ASINHRON DWIGATELda we walyň pes tizliklerinde (10-15% nominal) KBR ýapyjy (замыкающий) kontakt ачык, uly

tizliklerde bolsa ol ýapylýar Asinhron dwigateliň işe goýberilmesini SB1düwmä basmak bilen amala aşyrylýar, bu bolsa KM kontaktoryň işläp başlamagyna we AD –nyň sete birikdirilmesine getirýär. Munuň bilen bilelikde bu apparatyň üzüji (размыкающий) kontakty KM1 kontaktoryň tegeginiň zynjyryny üzýär, şol sebäpden asinhron dwigateliň işe goýberilmesinde KBR releniň kontaktynyň ýapylmagyna (замыкание) KM1 ýakylmagyna (включение) getirmeýär. asinhron dwigateli duruzmak üçin SB2 düwme basylýar. KM kontaktor açýar, asinhron dwigateliň statoryň zynjyrynda öz kontaktlaryny açýar we KM1 kontaktoryň iýmitlenmesiniň zynjyryndaky öz üzüji kontaktyny ýapýar. Ol işläp başlaýar we (0 tottatmasynyň ýagdaýyna geçirip fazalaryň başga gezekleşme tertibi bilen ASINHRON DWIGATELe napryaženiye iberýär 9 ugradýar) .KBR releniň (10-15% nominal) tizliginde KM1 iýmitlenme zynjyrynda öz kontaktyny açýar (размыкает) we KM1 asinhron dwigateli setden öçürýär we shema başlangyç ýagdaýa gaýdyp gelýär.

b) Faza rotor bilen asinhron dwigateli dolandyрма shemasy.

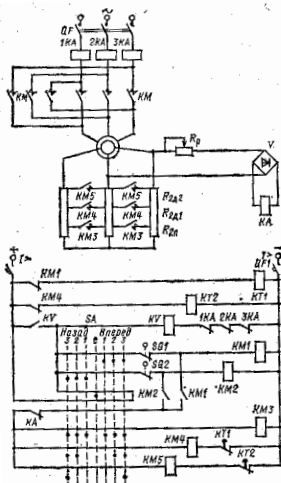
Wagt prinsipi boýunça aaza rotorly asinhron dwigateliň işe goýberilmesini üpjün edýän dolandyrmanyň rewersiw shemasy we EHG prinsipi boýunça rewers 4.53-nji sur. görkezilen 266 sah. Asinhron dwigateliň iýmitlenmesi üýtgeýän toguň setinden amala aşyrylýar, dolandyрма shemanyňky - hemişelik toguň setinden .

Bu shemadan asinhron dwigateliň dolandyрма agzasy (ýüregi) SA komandakontroller bolup durýar. Onuň ýedi ýagdaýlary bar – nolly we “Öňe” hem “Yza” aýlanmanyň şertini ugurlarynyň hersi üçin üç ýagdaýdan SA kontaktlaryň utgaşmasy (замыкание) bolup geçýän ýagdaýlar shemada nokatlar bilen ştrihli liniýalarda bellenen . Shemanyň elementleri : KM1,KM2 – liniýaly kontaktorlar; KM3 – tersbirikdirmäniňki (противовключения); KM4,KM5-

tizlenmegiňki ; KT1,KT2- watyň relesi ; KA-ters birikdirme relesi ; V- göneldiji ; R_p - sazlaýjy rezistor ; R_{2n} –ters birikdirmäniňki; R_{2g1} we R_{2g2} –iki basgançakly işe goýberiji;

Goraw elementleri : 1KA-3KA-maksimal toguň relesi; KV- naprýaženiýeniň relesi; QF; QF1-awtomatiki ýakyjylar; şeýle hem shemada işçi maşynyň ýerine ýetiriji agzasynyň hereketiniň çäklenmesi göz önünde tutulan. Ol, Asinhron dwigateliň setden öçürmegini üpjün edip we özi hem durýan, çykgynsyz ýagdaýlarda üzülýän SQ1 we SQ2 ahyrky öçürijileriň üzüji kontaktorlarynyň , KM1 we KM2 liniýaly kontaktorlaryň zynjyrynda ýakylmasy bilen üpjün edilýär.

Shemanyň dogry funksionirlenmegi (işlemegi) üçin KA releniň kesgitli düzülmesi talap edilýär, takyk aýdaňda, onuň işläp başlama wagty, KM3 kontaktoryň ýakylma wagtynda az bolmaly, bu releniň işläp başlanmagy $S>1$ bolanda bolup geçmelidir, ýagny , diňe tersbirikme () ýagdaýynda .Ikinji şertiň amala aşmagy R_p –ni saýlamak bilen üpjün edilýär, birinjiniňki bolsa - laýyklykda apparaturany saýlamak bilen .



5.25-nji çyzgy. Faza rotoly asinhron dwigateli dolandyrmagyň rewersiw shemasy.

QF,QF1- öçürijileriň ýykylmagynda, bu ýagdaýda SA nolly (orta) ýagdaýda bolýar. Bu ýerde KT1 we KT2 releler iýmitlenme alýarlar, olar laýyklykda KM4 we KM5 apparatlaryň zynjyrynda öz kontaktorlaryny üzýärler (açýarlar). Şeýle hem, kontaktynyň utgaşmasy dolandyрма shemanyň galan bölegini işe taýýarlaýan KV rele ýakylýar. KV- releniň tegeginiň zynjyryna 1KA, 2KA we 3KA kontaktoryň birikdirilendigini (включены), onuň özüniň hem, iýmitlenmäniň ýitmeginden gorawy üpjün edýändigini aýtmak gerek.

Asinhron dwigateliň “öňe” ýokary tizligini işe goýbermek üçin, SA komandakontroller bu uguryň üçünji ýagdaýynda (позиция) geçirilýär. Eger-de ahyrky SQ1 öçüriji basylmadyk bolsa, onda asinhron dwigateli üýtgeýän toguň setine birikdirip (подключая), KM1 kontaktor işläp başlaýar. Birwagtyň özünde KM1 kömekçi kontakt ýapylýar (замыкается), işe goýbermede $R_{2п}$ tersbirikmäniň (противовключение) gerek däl basgançagyны gysgaldyp KM3 kontaktor iýmitlenmäni alýar (KA rele işe goýberme pursatynda işläp başlanmaýar). Birinji reostat häsiýetnama boýunça AD bat almasyny başlaýar. KM1 apparatyň ýakylmasy hem KT1 releniň iýmitlenmesiniň ýitgisine getirýär. Bu rele, wagtyň saklanmasyny hasaplap, öz kontaktyny KM4 apparatyň zynjyrynda ýapar (замкнет). Soňkusy işläp başlap, $R_{2г1}$ işe goýberiji birinji basgançagy gysgaldylar we birwagtyň özünde KT2 releniň iýmitlenmesiniň zynjyryny üzer (разамкнет). Ilki bilen, KT2 özüniň wagtynyň saklanmasyny hasaplap, $R_{2г2}$ işe goýberijiniň ahyrky basgançagyны şuntirleýän KM5 işläp başlanmagyny ýüze çykarar. Dwigatel öz tebigy häsiýetnamasyna çykyр, bat almany gysgaldýar.

Asinhron dwigateliň rewersi üçin SA “yza” uguryň üçünji ýagdaýynda (позиция) geçirilýär. SA nol ýagdaýdan geçende shema başlangyç ýagdaýa gaýdyp gelýär, onuň

üçünji ýagdaýa ýetmeginde KM2 kontaktoryň işläp başlamagy bolup geçýär. Asinhron dwigateliň statorynda naprýaženiýeniň fazalarynyň gezeleşmegi üýtgeýär, we AD –nyň “B” şertli ugurda inersiýa boýunça aýlanmasyny dowam etdirýänligi sebäpli, ol tesbirikme (противовключение) bilen togtama ýagdaýa geçýär.

Özüniň düzülişine (настройка) laýyklykda KM2 ýakylmagynda soň KA rele ýakylýar, ol özüniň üzüji (раkmыкающий) kontakty bilen KM4, KM5, KM3 apparatlaryň iýmitlenmesiniň zynjyryny üzer. Ters birikme (противовключение) bilen togtama, rotoryň zynjyrynda doly garşylykda bolup geçer

$$R_{2\Pi} + R_{2g1} + R_{2g2} = \sum R_{rotor} \quad (5.45)$$

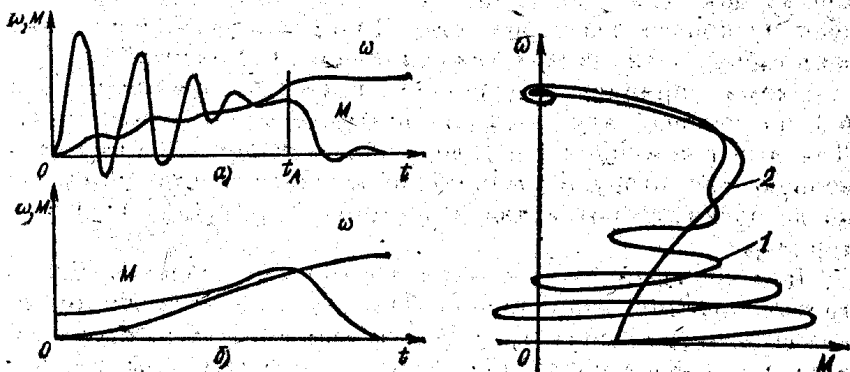
Nola golaý tizlikde KA releniň kontakty utgaşar. Eger-de komandakontroller şol bir ýagdaýda (позиция) galsa, onda, dolandyрма shemanyň işlemeginiň şol bit tertibinde “H” şertli ugurda AD bat alamsyny başlaýar. Eger-de asinhron dwigateliň nolly tizlige ýetmeginde SA nolly ýagdaýa goýsak, onda AD setden öçýär we shema başlangyç ýagdaýa geler. Şeýlelikde shema, el bilen dolandyrmada dwigateliň togtamasyny tersbirikme (противовключение) bilen amala aşyrmaga mümkinçilik berýär.

5.11. Asinhron elektropriwodta geçiş prosessleri we olaryň emele gelmegi

Asinhron dwigatel, giňişlikde özara ýerleşmesini üznüksiz üýtgeýän rotoryň we statoryň magnitbaglanşykly sarymlaryndan ybarat bolan çylşyrymly elektromehaniki gurnamany özünden emele getirýär.

Munuň netijesinde emele gelýän elektromagnit geçiş prosesler uly çylşyrymlylygy bilen tapawutlanýarlar. Rotoryň we statoryň sarymlarynda geçiş toklarda umumy ýagdaýda

mejbury we erkin düzüjileri bar we çylşyrymly üýtgeýji (kolebatelnyye) baglylyklar boýunça üýtgeýärler. Munuň netijesinde „geçiş“ prosesslerde asinhron dwigateliň elektromagnit pursatynda üýtgeýji (kolebatelnyye) häsiýeti bar we wagtyň çylşyrymly funksiýasy bolup durýar.



5.26-njy çyzgy.

Asinhron dwigateliň işe goýberilmeginde pursadyň we tizligiň grafyklary:

- a) eksperimental (synag);
- b) elektromagnit geçiş prosessleri hasaba almasyz hasalamalar boýunça (statiki mehaniki häsiýetnama boýunça gurlan);
- c) asinhron dwigateliň statiki we dinamiki mehaniki häsiýetnamalary .

1-dinamiki häsiýetnama.

2-şol dwigateliň statiki häsiýetnamasy.

a) çyzgyda grafyklarynyň kömegi bilen dinamiki mehaniki diýip atlandyrylýan häsiýetnama alynyp bilinýär ol asinhron dwigateliň işe goýberilmesinde geçiş prosessiniň fazaly traktoriýasyny özinden emele getrýär. Ony gurmak üçin „geçiş“ prosessiň şol bir wagtyň pursatynda asinhron dwigateliň

tizliginiň we pursadynyň bahalaryny kesgitlemek we alynan nokatlary ω -M tekizlikde bellemek gerek.

b) çyzgyda geçiş tertipde (režim) statiki we dinamiki häsiýetnamalaryň aralygyndaky tapawut çylşyrymly elektromagnit prosessler bilen kesgitlenýärler. Geçiş pursat, statiki häsiýetnama boýunça pursatdan birnäçe esse ýokary bolup biler. Muny statoryň we rotoryň geçiş toklary statiki ýagdaýlar (režim) üçin formulalar boýunça hasaplanan bahalardan ep-esli ýokary bolup bilýändigleri bilen düşündirip bolýar. Toklaryň erkin düzüjileri bilen emele gelýän magnit meýdanlar geçiş elektromagnit pursadyň güýçlenmesini ýada gowşamasyny ýüze çykaryp toklaryň mejbury (durnuklaşýan (ustanawiwuşaýesiýa)) düzüjileri bilen döredilýän esasy meýdany laýyklykda ýa-da güýçlendirip ýa-da gowşadyp bolýarlar. Kä wagt pusat otrisatel hem(togtatyjy) bolup bilýär, muny bolsa 1-erginiň (b) çyzgy başlangyç böleginde görüp bolýar.

Asinhron dwigateliň dinamiki häsiýetnamalary statiki häsiýetnamalarda bolşy ýaly,diňe bir onuň sarymlarynyň ölçegleri bilen dälde elektropriwodyň inersiýasynyň pursady we ýäklenmäniň pursady bilen hem kesgitlenilýär. Mundan başga, asinhron dwigateliň geçiş elektromagnit pursadynyň häsiýeti geçiş possesiň görnüşinde (işe goýberme rewers, togtama) şeýle hem onuň baglangyç şertlerine aýratyn hem dwigateliň magnit meýdanynyň baglangyç derejesine bagly: Dwigateliň geçiş elektromagnit pursatynyň toklary goýbermede 3-5 esse reweresde -12-18 esse asinhron dwigateliň nominal pursatyndan ýokary bolýarlar.

Setden asinhron dwigateliň iýmetlenmesinde geçiş prosessler.

Asinhron elektropriwotda mehaniki geçiş prosessler (GP) mehaniki hereketiň esasy deňlemesi bilen beýan edýärler.

$$M(S)-M_c(\omega)=j\frac{d\omega}{dt} \quad (5.46)$$

Bu ýerde: $M(S)$ -asinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamasy;
 $M_c(\omega)$ -ýerine ýetiriji agzalyňky-tizligiň
 (typmanyň) liniýaly däl funksiýalary bolup
 durýarlar. Gözlenilýän baglylyklary $S(t)$, $\omega(t)$, $M(t)$
 almaklyk, birnäçe ugurlar bilen amala aşyrylyp
 biliner.

Birinji ugur, sanly usuly ulanyp deňlemäni integrirlenme
 (II 1) bilen bagly. Eýloryň usuly bilen asinhron dwigateliň işe
 göýbermesinde $S(t)$, $\omega(t)$ we $M(t)$ baglylyklaryň gurluşlaryň
 mysaly seredeli geçilen (şeýle hem bu usul bilen rewers,
 togtama we tizlikden tizlige geçmegi üçin ulanyp bolýar).

Ikinji usul – grafoanalitiki .

Üçünji usul ýüklenmäniň we asinhron dwigateliň
 liniýaly däl mehaniki häsiýetnamalarynyň (ýa-da olaryň
 bölümleriniň) liniýaly approksasiýasyny ulanmakdan ybarat.
 Liniýaly däl häsiýetnamanyň ýa-da onuň bölüminiň göni çyzyk
 (liniýa) bilen çalşyrylmasynda, liniýaly mehaniki
 häsiýetnamalaryň ýagdaýy üçin alynan formulalary ulanmak
 mümkinçiligi bolýar.

Egri geçiş prosesleriniň bölümlerini ätiýaçda saklap
 (припасовывая) koordinatlaryň başlangyç we ahyrky bahalary
 bilen $w(t)$ we $M(t)$ grafyklary alyp bolýar .

Goýulan meseläni çözmegiň dördünji ugry $M_c = \text{const}$
 bolanda (III) deňlemäniň takyk çözülmesi bilen bagly

$$\left(\frac{dw}{dt} = -\frac{wds}{dt} \right) \frac{2Mk}{\frac{Sk}{S} + S/Sk} - M_c - j\omega \frac{ds}{dt} \quad (5.47)$$

Çözülmesi (hasaplamasy) wagt bilen typmanyň
 arasynda baglanşygy şu görnüşde berýär

$$t = T_M M_K (S - S_{boşl}) / M_C + (M_K / M_C)^2 S_K^* \left(\frac{S_1}{S - S_2} \ln \frac{S - S_1}{S_{boşl} - S_1} - \frac{S_2}{S_1 - S_2} \ln \frac{S - S_1}{S_{boşl} - S_2} \right) \quad (5.48)$$

bu yerde $S_{1,2} = S_K M_K / M_C \pm \sqrt{(M_K / M_C)^2 - 1}$;

$$T_M = J \frac{w_0}{M_K}$$

Görnüşi ýaly $S(t)$ baglylygyň çylşyrymly formulasy bar, praktiki hasaplamalar üçin amatlylygy az . Ýakynlaşdyrylan usullaryny şeýle hem elektrik hasaplaýjy maşyn (EHM) ulanyp bolýar.

Asinhron dwigateliň walynda ýüklenme bolmadyk ýagdaýynda ($M_C = 0$)

$$dt = \frac{T_M}{2} \left(\frac{S_K}{S} + \frac{S}{S_K} \right) ds \quad (5.49)$$

Bu yerde $T_M = J \frac{w_0}{M_K}$

Bu ýerden geçiş prosesleriň (III) wagty üçin $T_{\Pi, \Pi, 1}$ boş işlemini tapýarys.

$$t_{\Pi, \Pi, 0} = \frac{T_M}{2} \int_{S_{ahyr}}^{S_{boşl}} \left(\frac{S_K}{S} + \frac{S}{S_K} \right) dx = \frac{T_M}{2} \left[S_K \ln \frac{S_{boşl}}{S_{ahyr}} + \frac{S_{boşl}^2 + S_{ahyr}^2}{2 S_K} \right] \quad (5.50)$$

$S_{başl} = 1$; $S_{ahyr} = 0.05$ işe göýbermek üçin boş işleme işe göýberme wagty üçin alýarys.

$$T_{\Pi 0} = \left(S_K \ln 20 + \frac{1 - 0.05^2}{2 S_K} \right) \quad (5.51)$$

(II.6) az ululyklary hasaba alman tapýarys.

$$T_{\Pi O} = T_M \left[1.5 S_K + \left(\frac{1}{4} \right) S_k \right] \quad (5.52)$$

Işe göýberme $T_{\Pi O}$ wagtyň $S_K = 0.408$ bolanda $1.22 T_M$ deň bolan minimumy bar.

(II.5) – den ters birikdirme bilen togtama üçin $S_{başl} = 2$ we $S_{ahyr} = 1$ üçin alýarys.

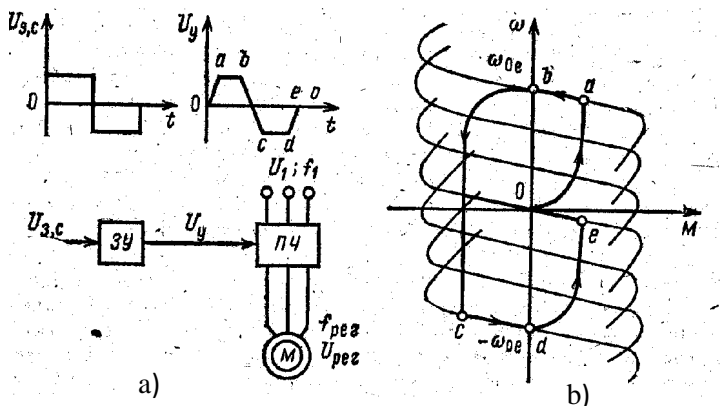
$$T_{TO} = T_M (0.35 S_K + 0.75 / S_K) \quad (5.53)$$

Işe göýbermede bolşy ýaly tersine birikdirme bilen totamada hem wagtyň minimal bahalary bolýar. $S_K = 1.47$ bolanda $1.03 T_M$. Rewersiň minimal wagtyň $S_K = 0.74$ bolanda ýeri bolýar we ol $2.71 T_M$ boýar.

Dinamiki togtamada $S_{başl}=1$, $S_{ahyr}=0,05$ bolýar, şol sebäpden togtama wagty (II 7) –den kesgitlenýär, minimal wagt hem edil işe göýbermede ýaly, $S_k=0,408$ laýyk gelýär we $1,22 T_M$ deňdir.

5.12. Ýylylyk-dwigatel özgerdijisi ulgamynda geçiş prosesleri we onuň emele gelişi

Ýylylyk özgerdiji (ÝÖ) – asinhron dwigatel (AD) geçiş prosesleriň öz häsiýeti boýunça bagly bolmadyk oýandyrmanyň hemişelik togunyň özgerdiji- dwigatel (ÖD) ulgamyndaky proseslara ýakyndyr. Ýylylyk özgerdijiniň girişinde U_y dolandyрма signaly üýtgedip işlenilýän kanuny buýruk beriji gurnamanyň (BBG) kömegi bilen emele getirmek (formirirlemek) bilen, geçiş prosesde asinhron dwigateliň tizliginiň üýtgemeginiň talap edilýän grafiklerini amala aşyryp bolýar. Munuň bilen bilelikde bir wagtyň özünde, elektropriwodyň elementleriniň işine zyýanly täsir ýetirýän geçiş elektromagnit pursatlaryny bölekleyin ýa-da doly aradan aýyrmagyň mümkindigini aýtmak gerekli.



5.27-nji çyzgy. Ýygylýkl özgerdiji-asinhron dwigatel ulgamda geçiş proessleriniň emele gelmegi (formirlenmegi).

a)-elektropriwodlarynyň shemasy;

b)- dinamiki häsiýetnama ;

b) çyzgy ideal boş işleminiň $\omega_0(t)$ tizliginiň üýtgemeginiň liniýaly kanunda asinhron dwigateliň boş işlemeginde işe goýbermäniň, rewersiw togtamanyň fazaly traýektoriyasy asinhron dwigateliň işe goýbermesi fazaly traýektoriyanyň laýyk gelyär, rewersiw-bsw, togtamasy-deo.

Asinhron dwigateliň togtamasynda (oe-böleginde başgasy) rekupratiw togtama bolup geçýändigini, ýagny energiýanyň sete berilmegi bolup geçýändigini bellemek gerek.

Napryaženiýäni özgerdiji dwigatel ulgamda napryaženiýäni özgerdijiniň emele gelmegi (formirlenmegi) .

Biziň bilişimiz ýaly, asinhron elektropriwodlarda geçiş prosesleri umumy ýagdaýda, geçiş elektromagnit pursadyň amplituda boýunça ep-esli pikleri(ýokary bahalary) bilen bolup geçýärler, bu bolsa geçiş prosesleri mehaniki böleginde goşmaça dinamiki güýçlendirmelere getirip bilýär we munuň netijesi hökmünde onuň elementleriniň işlemeginiň çylşyrymlaşmagna we olaryň döwürlemegine getirip bilýär. Bu

ýagdaýlarda haçan-da elektroprowodyň kinetiki zynjyrna urgy elektromagnit pursatynyň täsiri işlenmese ýa-da ýol berilmese asinhron dwigateliň pursatynyň emele gelmegi bilen bolýarlar. Şeýle has ýönekeý emele gelmeän (formirlenmä) tristor işe göýbermä sazlaýjy gurnamalaryň kömegi bilen ýetirilýär. Şeýle işe göýberme sazlaýjy gurnamalar adaty, asinhron dwigateli dolandyрма boýunça birnäçe işleri (funksialary) ýerine ýetirilýär tizligiň işe goýbermesini, rewersini, togtamasyny sazlamasyny üpçün edýärler, kä bir ýagdaýlarda bolsa asinhron dwigateliň elektromagnit pursatynyň egirsiniň emele gelmegini (formirlenmesini) hem ýerine ýetirýärler. Şeýle gurnamalarda, geçiş prosesslarda asinhron dwigateliň goýulýan naprýaženýasyny sazlamak üçin goşmaça düwünleri göz öňünde tutulýar.

A T Y N J Y B A P

SINHRON DWIGATELI ELEKTROPRIWOD

7.1 Sinhron dwigateliň ýakynlaşmasnyň statiki häsiýetnamasnyň iş tertipleriniň shemasy

Sinhron üç fazaly dwigateller (SD) her dürli görnişli işçi maşynlaryň we mehanizimlaryň elektropriwodlarynda ulanylýar, sebäbi ýokary tehniki ykdysady görnişleri bar.

1. Sinhron dwigatellerde uly bolmadyk kuwwaty elektropriwodlar üçin ýokory $\cos\varphi=1$ we uly kuwwatlygurnamalarda özüjy $\cos\varphi$ bar. Bu ýagdaýda sete reaktiw kuwwaty berýär bu bolsa elektrik üpçünçilik setiň iş tertibini we tygşylylygyny gowlandyrýar.

2. Ýokary peýdaly täsir koeffisiýenti-96-98 %, bu bolsa ölçeqli we tizligi asinhron dwigateliň peýdaly täsir koeffisiýentinden 1-1,5%

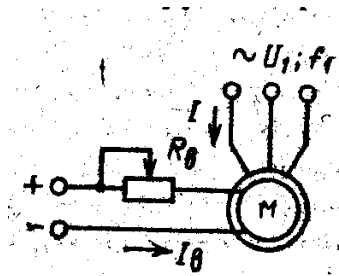
3. Oýondyrma togy sazlamagyň hasabyna sinhron dwigateliň aşa ýüklenme ukybyny sazlamak mümkinçiligi we asinhron dwigatel bilen deňeşdirende setiň naprýaženýasyndan bu görkezjiniň az buglygy.

4. Sinhron dwigatellerde absalýut gaty mehaniki häsiýetnamasy bar.

5. Gurnama gatnaşykda sinhron dwigatelleriň uly howa aralygy bar, munuň netijesinde onuň häsiýetnamalary we häsiýetleri podşipnikleri könelmegine (iznos) we rotory ýygnamagyň takyk dældigine az bagly bolup durýar.

Olary gaty uly kuwwatlylyklara (birnäçe onlarça megawatt we ondan ýokary) öndürilmeginiň mümkinçiligi.

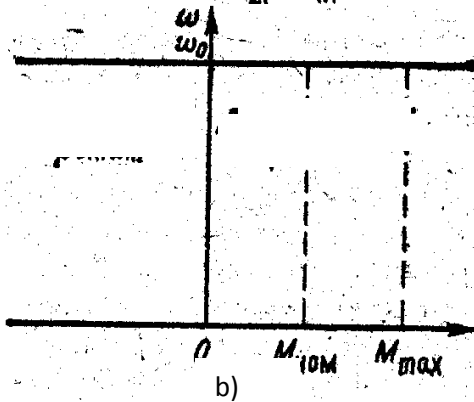
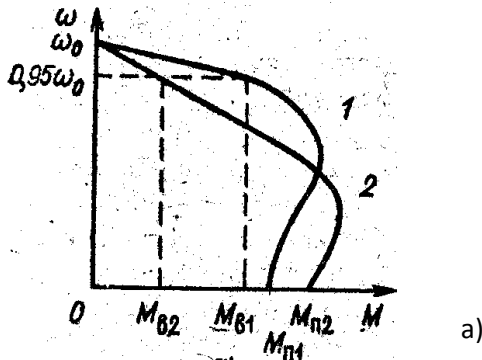
Sinhron dwigateli ýakmagyň shemasyna seredip geçeliň.



6.1-nji çyzgy.

SD rotory iki sarymlar bilen ýerine ýetirilýär:

Belçiy kletka görnüşinde işe göýberiji sarym bilen gysga utgaşdyrmanyň we hemişelik togunyň oýandyрма sarymy. İşe göýberiji sarym Sinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamasyny üpjün edýär.



6.2-nji çyzgy. Sinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamasy

a) – işe göýberiji

b) – statiki

Görnüşü ýaly birinji häsiýetnama ikinji häsiýetnama bilen deňşdireniňde sinhron dwigateliň uly “giriş” pursatyny ($M_{B1} > M_{B2}$) emma pes işe göýberiji pursatyny ($M_{II1} > M_{II2}$) üpjün edilýär. Işe göýberiji mehaniki häsiýetnamanyň görnüşini saýlamak bilen Sinhron dwigateliň belli bir iş şertleri bilen kesgitlenýär.

Sinhron dwigateliň sinhronizme girmeginden soň onuň tizligi, M_{maks} käbir maksimal bahalara çenli walda ýüklenme pursatynyň üýtgemelerinden hemişelik bolup galýar, ondan soňra, sinhron dwigateliň ýüklenmesiniň ýokarlanmagy bilen sinhronizmden çykyp biler.

Sinhron dwigateliň tizliginiň şertleri şuna deň

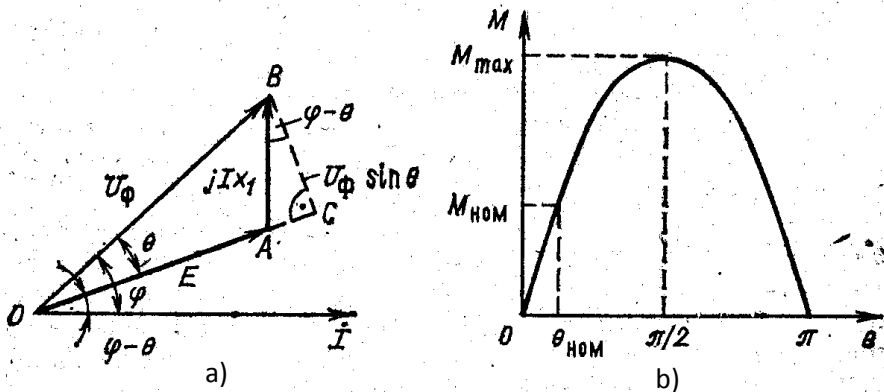
$$\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p} \quad (6.1)$$

p- sinhron dwigateliň polýuslarynyň jübütleriniň sany;

f_1 – setiň ýygylygy.

Sinhron dwigateliň set bilen sinhron işi saklanýan, Sinhron dwigateliň maksimal pursatyny (M_{maks}) kesgitlemek üçin, sinhron dwigateliň burç häsiýetnamasy gulluk edýär. Bu bolsa $M = f(Q)$ baglylyk bopul durýar, ol setiň (u_f) naprýaženiýesi bilen statoryň (E) EHG-niň aralygyndaky ýa-da sinhron dwigateliň magnit meýdanynyň oky bilen onuň polýuslarynyň okunyň aralygyndaky süýşme burçuny özünde emele getirýär.

Statoryň ($R_1 = 0$) sarymynda belli däl polýusly sinhron dwigateliň burç häsiýetnamasy görkezilen.



6.3-nji çyzgy. Statoryň ($R_1 = 0$) sarymynda belli däl polýusly
sinhron dwigateliň burç häsiýetnamasy

- a) gysgaldylan wektor diagramasy;
- b) sinhron dwigateliň burç häsiýetnamasy.

Sinhron dwigateliň getirilen kuwwatyn-yelektromagnit
kuwwata deň $P_1 = P_{em}$ edip kabul edeliň.

$$P_1 = P_{em} = M\omega_0 = 3U_f I \cos\varphi \quad (6.2)$$

Bu ýerde U_ϕ – setiň fazaly naprýaženiýas;
 φ – U_ϕ we I aralygyndaky burç
bu ýerde

$$M = \frac{P_{EM}}{\omega_0} = \frac{3U_f \cdot I \cos\varphi}{\omega_0} \quad (6.3)$$

Wektor diagrammadan

$$U_f \cos\varphi = E \cos(\varphi - \theta) \quad (6.4)$$

$$U_f \cos\varphi = E \cos\psi \quad (6.5)$$

ABC üç burçlukdan $\cos(\varphi-\theta)$ kesgitläp bolýar.

$$\cos(\varphi-\theta) = U_f \sin \theta / (I x_1) \quad (6.6)$$

ýa-da (c.4) goýup alýarys.

$$U_f \cos \varphi = E_0 - U_f \sin \theta / (I x_1) \quad (6.7)$$

Pursatyň ahyrky beýany.

$$M = \frac{3 U_f \cdot I \cos \varphi}{\omega_0} = \frac{3 E_0 \cdot U_f \sin \theta}{\omega_0 I x_1} = \frac{3 E_0 \cdot U_f \sin \theta}{\omega_0 x_1} = \quad (6.8)$$

Bu ýerde $M_{\max} = \frac{3 E_0 U_f}{\omega_0 x_1}$

Deňlemeden görnüşi ýaly, sinhron dwigateliň pursaty, maşynyň içki burçunyň sinusoidal funksiýasyny özünden emele getirýär. Hasaplamalarda deňlemäniň $\sim 10 \div 20\%$ ýalňyşlygy (naprýažonnost) bar.

$\theta_H = 25 \div 30^\circ$ bolanda M_H wajyp ululyk bolup durýar.

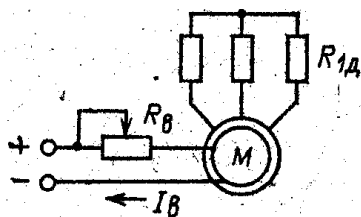
$$\Lambda_{\text{nom}} = \frac{M_{\max}}{M} = 2 \div 2.5 \quad (6.9)$$

Sinhron dwigatel set bilen parallel we yzygider işlemeginde we setden baglanşyksyz bolanda dwigatel we generator tertibinde işleýär.

Set bilen yzygider generatoryň tertibi (ters birikdirme bilen togtaga) seýrek ulanýarlar, sebäbi sinhron dwigateli bu tertibe geçirmeklik, togyň ep-esli zyňylmalary bilen bolup

geçýär we dolandyrmanyň çylşyrymly shemalaryny peýdalanmagyny talap edýär.

Sinhron dwigateliň togtagmagynda köplenç setden bagly bolmadyk üýtgeýän togyň işlemeginde (PDT) generator tertibi ulanylýar. Sinhron dwigateliň statorynyň sarymy setden öçürilýär we R_{1g} goşmaça rezistora utgaşýar (ýapylýar), oýandyрма sarymy hemişelik togunyň çeşmesinden inmitlenmegini dowam edýär.



6.4-nji çyzgy. Sinhron dwigateliň dinamiki togtagmagynyň shemasy.

Sinhron dwigatelli elektropriwod.

Sinhron dwigateliň iş tertibi, statiki häsiýetnamalary we ýakmak shemasy.

Ýokary tehniki-ykdysady görkezijileri.

1. Sinhron dwigateliň, uly bolmadyk kuwwatly ЭП üçin ýokary $\cos\varphi \approx 1$ we uly kuwwatly gurnamalarda ozujy $\cos\varphi$ bar.
2. Ýokary PTK-si $96 \div 98\%$, bu bolsa

6.2. Sinhron dwigatelini dolandyrmagyň umumy prinsipleri

Bilşimiz ýaly, sinhron dwigateli elektropriwodlaryň dolandyrmagyň ulgamlary set bilen Sinhron dwigateliň sinhronizirlenmegi we işe göýbermesini, togtagmany we tizligi sazlamany, resinhroizirlemegi, oýandyрма togy sazlamany üpjün etmeli. Sinhron dwigateli elektropriwodlaryň

sinhronizirlenmeginiň we işe göýberme şertleriniň, dolandyrmanyň meseleleri üç synpa bölünýärler.

- 1) Üýtgemeyän we haýal üýtgeýän ýüklenmeli elektropriwodlar.
- 2) Pulsirleýji ýüklenmeli elektropriwodlar.
- 3) Kerç (birden) üýtgeýän ýüklenmeli elektropriwodlar.

1. Üýtgemeyän we haýal üýtgeýän ýüklenme nasoslaryň, gaz we howa üfleýjileriň agaç işleýli senagatda kesip byçgylary kompressor turbomaşynlarynyň elektropriwodlary üçin häsiýetlidir. Sinhron dwigateliň kuwwaty birnäçe onlarçadan birnäçe münlerçe kwt çenli. İşe göýberiji pursatynyň kratnylygy $M_n/M_H = 0.4 \div 0.6$

$$M_{bx}/M_H = 0.8 \div 1.2, M_{max}/M_H = 1.5 \div 2 \quad (6.10)$$

2. Pulsirleýji ýüklenme nabit almakda stanok-kaçalkalarynyň, himiýa senagatynda porşenli kompressorlarynyň ЭП-lary üçin häsiýetli. Sinhron dwigateliň kuwwaty birnäçe ýüzlerçeden münlerçe kwt çenli.

$$M_n/M_H = 0.4 \div 1; M_{bx}/M_H = 0.4 \div 0.6; M_{max}/M_H = 1.5 \div 2.5 \quad (6.11)$$

3. Kerç üýtgeýän ýüklenme dagmagdan kärhanalarynda degirmenleriň, bölekleyjileriň, üznüksiz prokat stanoklarynyň, metal üçin gaýçylaryň we byçkylaryň, domna peçleriniň skipli lebýodkalaryň ЭП-lary üçin häsiýetli. Sinhron dwigateliň kuwwaty birnäçe ýüzlerçeden onlarça münler kwt çenli.

$$M_n/M_H = 1.2 \div 2; M_{bx}/M_H = 1.0 \div 1.5; ; M_{max}/M_H = 2.5 \div 3.5 \quad (6.12)$$

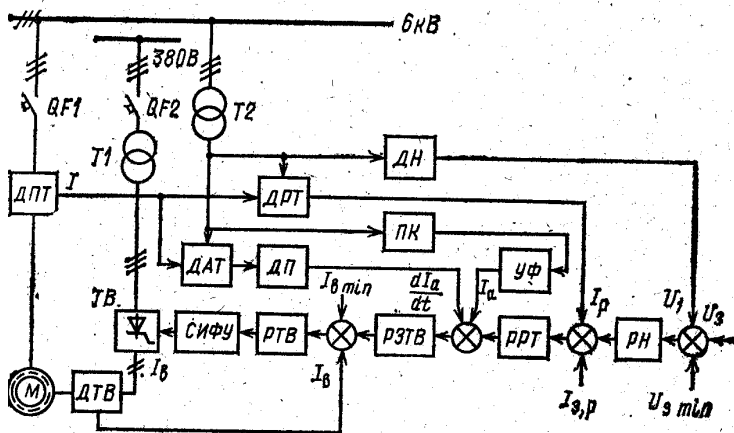
Bu synpyň elektropriwodlarynda sinhron dwigateliň durnuklylygyny üpjün etmek we elektrik üpjünçilik setleriniň işiniň görkezijilerini gowlandyrmak üçin Sinhron dwigateliň oýandyrmasyny sazlamak amala aşyrylýar. Sinhron dwigateliň normal işlemegini üpjün etmek üçin elektropriwoddan oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmagynyň (OAS) ulanylmagy zerur.

Oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmagynyň umumy meseleleri şular:

- 1) Ýüklenmäniň berilen ýagdaýlarynda oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmagynyň sinhron dwigateliň durnukly işlemegini üpjün etmeli.
- 2) Sinhron dwigateliň rugsat edilen ýylylyk ýagdaýynda sinhron dwigatel birikdirilen ýüklenmäniň düwümünde normal naprýaženiýäni saklamaga oýandyrmanyň awtomatiki sazlanma ýardam bermeli.
- 3) Elektrik üpjünçilik ulgamynda we sinhron dwigatelde energiýanyň ýitgileriniň minimumyny oýandyrmanyň awtomatiki sazlanma üpjün etmeli.
- 4) Oýandyrmanyň forsirlenmesiniň hasabyna naprýaäeniýanyň gysga wagtlaýyn (1 min çenli) peselmelerinde ýokarlandyrylan reaktiw kuwwaty bermekligi we Sinhron dwigateliň durnuklylygyny ýokarlandyrmagy OAS üpjün etmeli.

Sinhron dwigateliň oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmagy dürli kanunlar boýunça statiki we dinamiki ýagdaýlarda amala aşyrylyp bilner. Statiki ýagdaýlar üçin oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmasy şu indiki kanunlardan gelip çykyp bilen: ços φ hemişeligi Sinhron dwigateliň işläp çykarýan reaktiw kuwwatynyň hemişeligi: ýüklenme düwülmede naprýaženiýäniň hemişeligi ýüklenme düwülmede ços φ hemişeligi: energiýanyň ýitgileriniň minimumy.

Oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmaly sinhron elektropriwodlaryň mysalyna seredip geçeliň, oýandyrmanyň awtomatiki sazlanmagynyň ulgamyny koordinatalaryň garaşly sazlanmak prinsipi boýunça gurulan we üç sany üýtgeýänleriň sazlamasyny gözöňünde tutýar: oýandyрма тогы, statoryň reaksiw тогы we naprýaženiýe.



6.5-nji çyzgy. Oýandyрма togunyň awtomatiki sazlanmaly
sinhron elektropriwodlarynyň shemasy.

Elementleri:

ДН – naprýaženiye datçigi

ДПТ – üýtgeýän toguň datçigi
 ДРТ – reaktiw toguň datçigi
 ДАТ – aktiw toguň datçigi
 ДП – differensirlenen özgerdiji
 ПК – kwadratiki özgerdiji
 УФ – forsirleýji güýçlendiriji
 ТВ – tiristor oýandyryjysy
 СИФУ – impuls fazaly dolandyrmanyň ulgamy
 РТВ – oýandyрма toguň sazlaýjysy
 РЗТВ – oýandyрма toguň buýrugyny sazlaýjysy
 РРТ – reaktiw toguň sazlaýjysy
 РН – naprýaženiýäniň sazlaýjysy
 ДТВ – oýandyрма toguň datçigi

Birinji we ikinji konturlar (çyzyklar) РТВ-niň kömegi bilen oýandyрма toguň sazlamasyny üpjün edýärler. РТВ-niň girişindäki signal, РТЕВ-nyň sazlaýjysyndan gelýän oýandyрма toguň buýurmasyndan, ters baglanyşykdan (ДТВ) we minimal toguň I_B min buýrugyny signallaryndan jemlenýär. РТВ-niň giriş signaly СИФУ-nyň kömegi bilen laýyklykdaky görnüşe I_B obandyрма togy üýtgedip ТВ tiristorly oýandyryja täsir edýär.

РТЕВ-niň girişinde (sazlamanyň ikinji kontury) I_a^2 statoryň togunyň aktiw düzüjisiniň kwadratyna proporsionallar (ДАТ kanaly–kwadrariki özgerdiji ПК-FU(UF) forsirleýji güýçlendiriji) aktiw toguň ýasamasy dI_a/dt (kanal ДАТ – ДР), şeýle hem РРТ sazlaýjydan signal goşulýarlar (jemlenýärler).

РРТ – üçünji kontura girýär – I_p reaktiw toguň sazlamagyň konturyna. Onuň girişinde ters baglanyşygyň (ДРТ) signallary we buýurmanyň iki signaly – berilýän kuwwatyň (optimal) amatly bahasyna laýyk gelýän I_{3p} signal we РН-den goşulýarlar. РН-niň girişinde (sazlamanyň dördünji kontury) U1 DH naprýaženiýe boýunça ters baglanyşygyň signallary we iki buýuryjylar – U_{3H} nominal we U_{min} minimal naprýaženiýalar goşulýarlar. РН-e üýtgeşik bir düün birikdirilen, ol setde 0.8-0.85 optimala çenli naprýaženiýäniň peselmeginde birden (kerç)

PH güýçlenme koeffisiýenti ýokarlandyrylýar, netijede oýandyrmanyň forsirlenmesi üpjün edilýär.

6.3. Sinhron dwigateli dolandyрма shemalary

a) Sinhron dwigateliň işe göýbermesi we sinhronizirlenmesi.

Sinhron elektropriwodlarda sinhron dwigateliň ýeňil we agyr işe göýbermesini tapawutlandyryrlar. Sinhron dwigateliň ýeňil işe göýbermesi ýüklenmäniň we inersiýanyň az pursatynda görkezilýärler we set bilen sinhron dwigateliň sinhronizirlenmegiň gatnaşygynda has amatly (oňaly) bolup durýar.

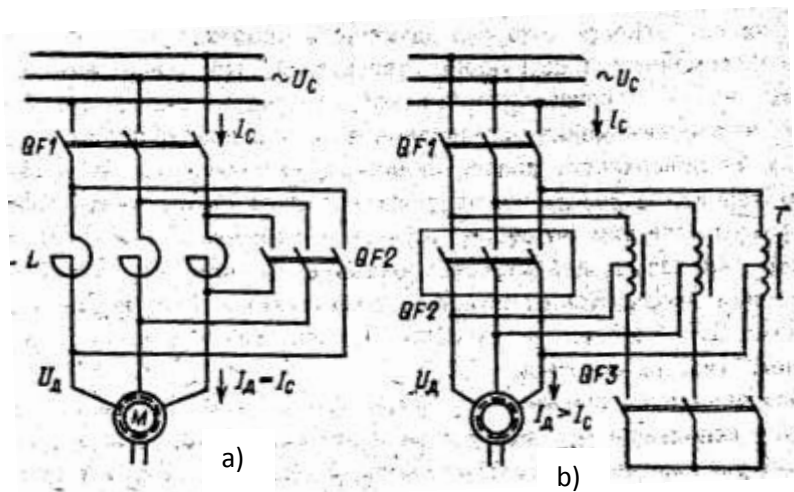
Sinhron dwigateliň agyr işe göýbermesiniň inersiýanyň we ýüklenmäniň otnositel uly pursatlarynda ýeri bar. Bu ýagdaýda Sinhron dwigateliň sinhronizirlenmegi üçin Sinhron dwigateliň ep-esli giriň pursatyny talap edilýär we onuň set bilen sinhronizirlenmegi çylşyrymlaşýar.

Sinhron dwigateliň işe göýbermesinden onuň oýandyrylmasynyň iki esasy usuly ulanylýar: 1) oýandyрма çeşmesine oýandyryja hemişelik ýapyk birikmede ($M_c \leq 0.4M_{nom}$), 2) OB-niň aktiw garşylykdan gysga ýakylmasynda emma Sinhron dwigateliň sinhron asty tizligine ýetmeginden OB ýandyryja birikdirilýär ($M_c > 0.4M_{nom}$).

Bu usullardan başga Sinhron dwigateliň işe göýberilmesi setiň doly ýa-da peseldilen naprýaženiýasynda amala aşyryp bilner.

Birnäçe kwt çenli kä wagt ondan hem ýokary bolanda sinhron dwigatel sete göni birikdirilme bilen işe göýberilýär. Göni işe göýberilmede işe göýberiji toguň kratnosty $I_H/I_H = 4-5$ bolýar.

Sinhron dwigateliň uly kuwwaty üçin (bir näçe mün kwt) işe göýberilmede toguň çäklendirilmesi üçin reaktorlar we awtotransformatorlar ulanylýarlar.

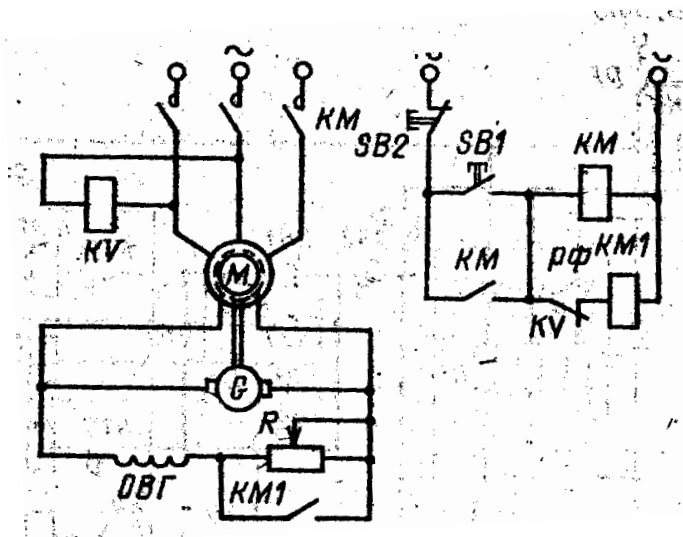


6.6-njy çyzgy. Sinhron dwigateliň işe göýbermesinde toklaryny çäklendirmek.

a) reaktorly, b) awtotransformatorly

Işe göýbermede sinhron dwigateliň togunyň çäklendirilmesi.

Awtotrasnformator işe göýbermede I_g tok setiň sinhron dwigateliň naprýäženiýalarynyň gatnaşygynyň kwadratyna $(U_g/U_c)^2$ proporsional peselýär, reaktorlyda bolsa bu gatnaşygyň birinji derejesine. Bu ýagdaýda awtotrasnformatorly işe goýberilen setden togy uly derejede peseltmäge mümkinçilik berýär, ýöne awtotrasnformatorly işe goýberilen reaktorly işe göýbemedden has çylşyrymly, gymmat we az ygtybarly, şol sebäpden ol tejribede (praktikada) seýrek ulanylýar.



6.7-nji çyzgy. Sinhron dwigateliň göni işe göýbermesiniň gysgaldylan shemasy.

Schema ýapyk birikdirilen oýandyryjyly pes naprýaženiýäniň sinhron dwigateliň göni işe göýberilmesini üpjün edýär. SB1 basýarys, KM ýakylýar we sinhron dwigatel bat alyp başlaýar. Tizligi podsinhronizirlenmek üçin R saýlanyp alynýar. Shemada setiň naprýaženiýesiniň peselmeginde Sinhron dwigateliň oýandyrmasyňyň forsirlenmesi göz önünde tutulan. Munuň üçin KV minimal naprýaženiýesiniň relesi girizilen.

KV forsirlenme relesi.

Sinhron dwigateliň göni işe göýberilemesiniň gysgaldylan shemasy.

KM1 forsirowka kontaktory, onuň kontaktorlary R rezistora parallel birikdirilen. Setiň naprýaženiýesiniň bellenen derejede aşak peselmeginde KV rele açylyýar we öz kontaktory KM1 kontaktoryň zynjyrynda utgaşdyrylýar. Soňkusy işläp

b) Pes woltly sinhron dwigatelini dolandyрма shemasy.

194

Elementler:

KM1 – tizlenme kontaktory;

KM2 – liniýaly;

KM3 – oýandyrmaly;

KM4 – forsirlenmäniňki; KS – toguň transformatorynyň çykyşynda ýakylan tokly işe göýberme rele;

TA – toguň transformatory;

KU – forsirlenme relesi;

KT1, KT2 – wagtyň relesi;

R1, R2, R3 – laýyklykda işe göýberiji oýandyрма razýadlaýjy rezistorlar;

SB1, SB2 – işe göýberme we gurusma düwmeleri;

SF, QF – awtomatiki öçürijiler;

V – göneldiji; HL1, HL2, HL3 – signal lampalary;

R4, R7 – kömekçi rezistorlary.

Sinhron dwigateliň işe göýberilmesi SB1 düwmäniň basylmasy bilen amala aşyrylýar, KM1 ýakylýar we R1 işe göýberiji rezistor arkaly SD sete birikdirilýar. İşe göýberiji togunyň zyňylmasy netijesinde KS rele işläp başlaýar, ol bolsa öz gezeginde KT1 we KT2 releniň ýakylmasyny emele getirer, oňa LM2 liniýaly kontaktoryň zynjyra birikmesi taýýarlaýarlar. R3 oýandyрма sarymynyň zynjyryna girizilen SD-ni bat almasy bolup geçýär (KM3, KM2 we KT2 kontaktorlaryň kontaktory bilen öçürilen).

KS releniň gurnamasyndan aşakda Sinhron dwigateliň statorynda tok peselende onuň göýberilmesi bolup geçýär we KT1 rele iýmitlenmesini ýitirýär. Munuň netijesinde bu releniň saklanma wagtyna laýyk gelýän kä bir wagt aralygyndan, iýmitlendiriji sete Sinhron dwigateliň göni birikdirlmesini üpjün edip, KM 2 kontaktor ýakylýar.

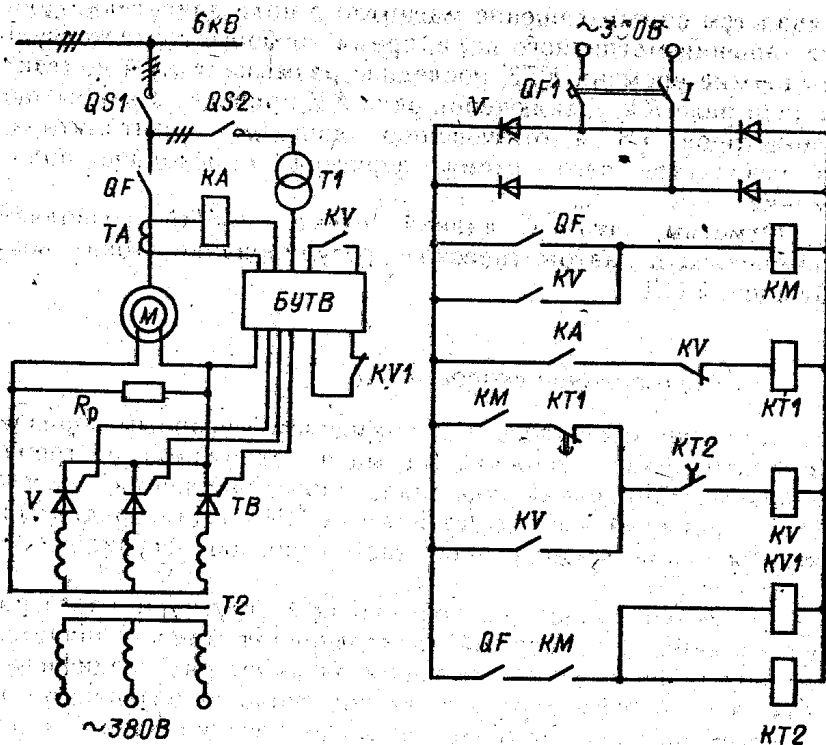
KT2 rele iýmitlenmesini ýitirip KT1 öçürilenden soň bir-näçe wagtyň saklanmagy bilen KM3 oýandyрма

kontaktoryň ýakylmagyny amala aşyrýar. Sinhron dwigateliň OB zynjyrdä KM3 kontaktor R3 şuntirlär, bu bolsa onuň oýandyrmasyňa we sinhronizma çekilip almagyna getirer. Bir wagtyň özünde KM3 ýakylmagyny KM1 kontaktoryň we KS releniň öçürilmegine getirer. KW, KM4 we R2 apparatlaryň kömegi bilen ýerine ýetirilen Sinhron dwigateliň oýandyrmasyňyň forsirlenmei, öňündäki shema meňzeşlikde amala aşyrylýar.

Shemada şu indiki gorawlar bar, maksimal ýygylýk, QF awtomatiki öçürijiniň kömegi bilen amala aşyrylýan asinhron ýagdaýdaky işlemeden; KM2 liniýaly bilen ýerine ýetirilýär, nolly SF öçüriji bilen üpjün edilýän dolandyрма zynjyrlaryndaky maksimal.

Eger-de SD bilen set göni işe göýbermä ýol berýän bolsalar, onda KM1 we R1 bolan shemanyň düwünleri aradan aýrylýarlar. Dwigateliň ýüklenmesiniň uly bolmadyk pursatlarynda ($M_c < 0.4 M_{nom}$), ýapyk birikdirilen oýandyryjyly işe göýberme amala aşyrylan bolup biler, onuň üçin shemada kese çyzyk nokatly çyzyk bilen bellenen düwmede aradan aýrylýarlar, we arasy kesilen çyzyk bilen görkezilen goşmaça birikmede ýerine ýetirilýärler.

HL1, HL2, HL3 lampalar KM1, KM4 kontaktorlaryň ýagdaýlary barada signalizasiýany amala aşyrýarlar. KV nominal naprýaženiýäniň relesi.



6.9-njy çyzgy. Tiristorly oýandyryjyly sinhron dwigateliň dolandyрма shemasý.

ç) Tiristorly oýandyryjyly sinhron dwigateliň dolandyрма shemasý.

Biz, bir walda ýerleşdirilen elektromaşyn oýandyryjyly shemasyna seredip grçdik. Onda şeýle kemçilikler bar, sinhron dwigateliň oýandyрма togyny sazlamanyň inersion prosessi oýandyryjlaryň wagtynyň hemişeligi bir-näçe onlarça sekundlaryň böleklerine ýetýär, priwodyň mehaniki böleginiň çylşyrymlaşmagy, uly ölçegleri we agramy.

Häzirki wagt trizistorly oýandyryjyly (TO) sinhron dwigateliň dolandyрма shemalary ulanylýarlar, sebäbi onda,

setiň naprýaženiýesiniň epesli düşmeginde ýa-da ýüklenmäniň urgyly goşulmasyndaky (ударих приложение) farsirleme ukyby bar. Olar oýandyrmagy sazlamak ulgamlarynyň çalt hereket etmelerini birden (peçko) ýokarlandyrmaga (TO wagtyňyň hemişeligi 0,005-0,01sek bolýar), Sinhron dwigateliň oýandyrmagyň awtomatizirleme prosessini ýeňilleşdirmäge ýol berýärler. Işlänlere damenti gurnamany talap etmeýärler we ulanmakda has ýönekeý bolýarlar.

Kemçilikleri: elektromaşyn oýandyryjylardakydan pes kuwwat koeffisiýenti, ýöne trizistorly oýandyryjynyň kuwwaty adaty Sinhron dwigateliň özi gerekli derejä çenli $\cos \varphi$ ýokarlanmagyny üpjün edip bilýänligi sebäpli.

Indi bolsa trizistorly oýandyryjyly sinhron dwigateliň dolandyрма shemasyna seredip geçeliň. Göneltmäniň üç fazaly nolly shemasy boýunça ýerine ýetirilen trizistorly oýandyryjyly sinhron ýokary woltly elektropriwodlaryň shemasy.

Onuň elementleri:

T2- trizistorly oýandyryjyly iýmitlenme transformatorlary;

T1- trizistorly oýandyryjyly dolandyрма blogunyň iýmilenmeleri;

TA-KA tok releniň tegegiň iýmitlenmesiniň togunyň transformatory;

KT1, KT2- wagt relesi KV-aralyk relesi;

KV1-inmentor ýagdaýyňky;

K- trizistorly oýandyryjynyň sowatma wentilýatoryň sinhron dwigateliňi ýakmak üçin niýetlenen kontaktor (shemada görkezilmedik);

V-gönelldiji; R_p-zarýadlaýjy rezistor.

Güýç böleginiň kommutasiýasy QF ýagly ölçeýji bilen we QS1 hem QS2 üzneleýjiler bilen amala aşyrylýar, dolandyрма shemalar bolsa – QF1 awtomatiki öçürijiler bilen shemada signalizasiýanyň zynjyrlary görkezilmedik tiristorly

oýandyryjyly dolandyрма blogy (TODB) bolsa gysgaldylyp görkezilen.

Sinhron dwigatel işe göýberilenden öň QS1, QS2 üzňeleýjiler QF1, öçüriji we T2 transformator ýakylýal. Sinhron dwigateliň işe göýberilmesi QF öçürijiniň ýakylmasy bilen ýerine ýetirilýär. Munuň netijesinde Sinhron dwigateliň statory sete birikdirilýär, trizistorly oýandyryjyly bolsa wentilýatoryň dwigateliň ýakýan K kontaktoryň işläp başlamagy bilen sowap başlaýar.

QF we KM apparatlarynyň ýakylmagy KT1 we KV1 releleriň işläp başlamagyna getirýär. İşe göýbriji togunyň zynjylmasy bolsa KA we KT1 releleriň ýakylasyny ýüze çykarar. Sinhron dwigateliň bat almasyna görä statorda toguň peselmegi bolup hgeçýär, we onuň kä-bir bahasynda KT1 iýmitlenme zynjyryny öz kontakty bilen üzýän rele öçýär. Soňkusy öz wagtynyň saklanmasyny hasaplap, KV releniň iýmitlenmesiniň zynjyryna öz kontaktyny utgaşdyrýar we onuň ýakylmasyna getirýär. Bu releniň işläp başlamagynyň netijesinde TODB TO tiristorlara dolandyryjy impuls lary iberip başlaýar. Olar açylarlar, OBD tok berilen we ol sinchronizma çekiler. KV rele hem ýakylýp öz tegeginiň we KM kontaktoryň tegeginde iýmitlenirmäni üpjün edýär.

QF öçürilmesine KT 2 we KV1 iýmitlenmelerini ýitirýärler. KV1rele öz kontaktory bilen TODB täsir edýär, ol bolsa dwigateliň magnit meýdanynyň öçmegini üpjün edýän inwentor ýagdaýa trizistorly oýandyryjyny geçirýär. Wagty KT2 saklanmasyna laýyk gelýän MM-nyň öçmeginden soň KT2 öz kontaktyny KV zynjyrynda üzýär. KV öçmegi trizistorly oýandyryjylaryň ýapylmasyna we wentilýatoryň dwigateliň öçürilmesine getirer, munuň netijesinde shema başlangyç ýagdaýa gaýdyp geler. TODB Sinhron dwigateliň oýandyрма togunyň awtomatiki sazlanmasyny üpjün etmäge mümkinçilik berýär.

6.4. Sinhron elektropriwodda geçiş prosesler

Sinhron elektropriwodda geçiş prosesiniň köp dürli görnüşleri we çylşyrymlyklary bar, ýagny magnit ulgamynyň simmetriýa dældigi bilen birnäçe magnit baglanşykly sarymlaryň barlygy bilen oýandyрма togunyň köp ýagdaýynda sazlanmagy bilen kesgitlenilýär.

Sinhron elektropriwodda geçiş prosesiniň elektromehaniki bolup duýanlygy sebäpli şu aňlatma bilen beýan edilýär.

$$\left. \begin{aligned} U_{1A} &= i_{1A}R_1 + \frac{d\Psi_{1A}}{dt} \\ U_{1B} &= i_{1B}R_1 + \frac{d\Psi_{1B}}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (6.13)$$

bu ýerde U_{1A} U_{1B} U_{1C} i_{1A} i_{1B} i_{1C} R1-faza sarymlarynyň napýaženiýalary toklary

$$U_{1C} = i_{1C}R_1 + \frac{d\Psi_{1C}}{dt} \quad \text{garşylygy.}$$

$$U_B = i_BR_B + \frac{d\Psi_B}{dt} \quad (6.14)$$

Ψ_{1A} , Ψ_{1B} , Ψ_{1C} olar boňunça akýan

$$M = \frac{\bar{O}W_{\Sigma M} * p}{\bar{O}\theta}$$

toklar we sarymlar induktiwligi we

$$W_{\Sigma M} = \sum^i \frac{\Psi_{iIi}}{2} \quad (6.15)$$

özarainduktiwligi bilen kesgitlenýän

$$M + M_{ac} - M_c = j \frac{d\omega}{dt} \quad (\text{III5})$$

bu sarymlaryň akymgaltaşmasy.

W_{3M} -- elektro magnit energiýasynyň umumy ätiýajy
(zapas)

M_{ac} –asinhron pursaty

M_c -ýüklenme pursaty

Dolandyрма ulgamy (II.Π.1) statoryň zynjyrlaryndaky elektromagnit proseslerini beýan edýär.

(II.Π.2) deňleme sinhron dwigateliň oýandyрма sarymynda geçiş proses beýan edýär. Eger-de rotorda başga sarymlar bar bolsa, mysal üçin köşeşdiriji onda bu sarymlaryň deňlemeleri goşulýarlar. (II.Π.3) deňleme sinhron dwigateliň elektromagnit pursaty üçin umumy aňlatmadyr, ol M_{3M} elektromagnit energiýanyň umumy ätiýajyndan $\theta_r = \theta/p$ geometriki burç boýunça hususy ýasamasy bilen kesgitlenýär. Şeýlelikde elektromagnit energiýasy, olaryň toklaryna akym galtaşmalarynyň sarymlarynyň köpeldilmesiniň ýarym jemi bilen kesgitlenýär. (II.Π.4) aýan däl polýusly SD üçin (II.Π.3) deňlemäniň görnüşi şeýle $M = M_{\max} \sin \theta$

(II.Π.5) deňleme sinhron dwigateliň rotorynyň mehaniki beýan edýär.

M -elektromagnit pursaty (sinhronizleýji)

(II.Π.1-Π.Π.5) deňlemeler ulgamy, işiň hemme ýagdaýlarynda sinhron elektropriwodda emele gelýän geçiş prosesleriň hemme mümkin bolan görnüşlerini analizirlemäge mümkinçilik berýär.

Adat geçiş ýagdalaryň analizini ýeňilleşdirmek üçin (II.Π.1-Π.Π.5) deňlemeler, özünde çäkleýin koeffisiýentleri bolmadyk we otnositel täze üýtgeýän ýazylygy ýönekeýlere öwürilýärler. Bu özgerdilen aňlatmalaryň ýazylmasynyň has giňden ýaýran görnüşi.

Parka-Gorýewa deňlemeleri görnüşindedir. Deňlemeleriň şeýle özgertmeleriniň netijesinde alynýan ýeňilleşdirmelere garamazdan, olaryň çözülmegi üçin analagowyý ýa-da sifrowoý EHM-leri ulanmak zerur.

Analitiki usullar bilen, bir näçe ýol bermeleriň kabul edilmeginde diňe ýönekeý geçiş prosessler analizirlenen bolup bilerler. Mysal hökmünde, elektromagnit geçiş prosessleri hasaba almasyz içki aýan däl polýusly sinhron dwigateliň we tizligiň uly bolmadyk üýtgemeleri bilen bagly sinhron prwotdaky geçiş prosessini seredip geçeliň. Bu ýagdaýda geçiş prosessini mehanikalar synpyna degişli we (П.П.5) deňleme bilen beýan edilýär. Burçuň we tizligiň az üýtgemelerinde oňa girýän M sinhronizirleýji we M_{ac} asinhron pursatlar şeýle beýan edilip bilnerler

$$M = M_{\max} \sin \theta \approx M_{\max} \theta \quad (6.15)$$

$$M_{ac} \approx \beta_{ac} \frac{d\theta}{dt} \quad (6.16)$$

Bu ýerde β – işe göýberiji sarym bilen şertlendirilen sinhron dwigateliň mehaniki häsiýetnamasynyň gatylygy.

Netijede (П.П.5) sinhron dwigateliň rotorynyň deňlemesi, onuň hereketiniň koordinatalaryny az üýtgemelerinde şu görnüşe eýe bolýar.

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \beta \frac{d\theta}{dt} + M_{\max} \theta = M_c \quad (6.17)$$

Häsiýetlendiriji deňleme (6.17) laýyk gelýär we onuň kökleri şu görnüşde ýazylýarlar

$$P^2 \theta + \frac{p\theta}{T M_{ac}} + \Omega_{cb}^2 \theta = 0 \quad (6.18)$$

$$P_{1,2} = \frac{1}{2TM_{ac}} \pm \sqrt{\frac{1}{4T^2 M_{ac}} - \Omega_{cb}^2} \quad (6.19)$$

Bu ýerde $\Omega_{cb} = \sqrt{M_{max}/j}$ - Sinhron dwigateliň erkin yrgyldama ýygylgy;

$TM_{ac} = j/\beta$ – asinhron işe göýberiji sarym bilen kesgitlenýän sinhron dwigateliň wagtyň mehaniki hemişeligi

Deňlemiden görnüşi ýaly $(1/2) \Omega_{cb} > TM_{ac}$ bolanda häsiýetlendiriji deňlemeleriň kökleri jisimleýin we otrisatel Geçiş prosessiniň aperiodiki häsiýeti bar. Bu ululyklaryň ters gatnaşygynda, ýagny $(1/2) \Omega_{cb} < TM_{ac}$ bolanda (II.П.9) deňlemäniň toplumlaýyn kökleri bolýar, munuň bilen laýyklykda Geçiş prosessiniň yrgyldaýjy häsiýeti bar.

Bu öçýän yrgyldamalaryň ýygylgy Ω şu aňlatma bilen kesgitlenýär

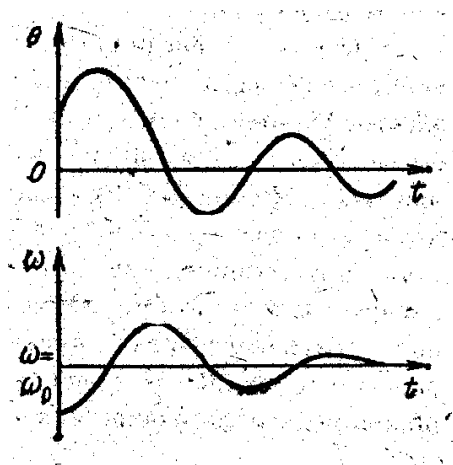
$$\Omega = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{4}\right) T_{M_{ac}}^2 \Omega_{cb}^2} \quad (6.20)$$

Yrgyldamalaryň köşeşme derejesi $\alpha = 1/TM_{ac}$ ululyk bilen häsiýetlenmeýär. Näçe TM_{ac} az boldugyça ýagny näçe işe göýberiji häsiýetnamanyň β gatylygy ýokary boldugyça şançada yrgyldamalar çalt öçýärler. $\beta = 0$ bolanda öçmeler bolmaýarlar we SD Ω_{cb} ýygylgy bilen erkin yrgyldamany amala aşyrýar. Deňlemäniň umumy çözülişi

$$\theta = \theta_M e^{-\alpha t} \sin(\Omega t + \psi) \quad (6.21)$$

bu ýerde θ_M hemişelik we ψ fazanyň süýşmesi belli bir geçiş prosess üçin başlangyç şertlerden baglylykda kesgitlenýär.

Çyzgyda mysal hökmünde, sinhron dwigateliň sinhronizma girmeginde geçiş prosessiniň grafiklary görkezilen, olar formulaň kömegi bilen alynyp bilinýärler.



6.10-njy çyzgy. SD-nyň sinhronizme girmeginiň GP-niň grafikleri .

Ý E D I N J I B A P

ÝÖRITE HÄSIÝETLI WE HÄSIÝETNAMALY ELEKTROPRIWODLAR

7.1. Elektropriwodda ulanylýan dwoigatelleriň giňeldilen sazlama häsiýetnamalary

Bilişimiz ýaly biz ýokarda, maşynlaryň işçi ýerine ýetiriji agzalarynyň hereketiniň häsiýeti uly dürli görnüşliligi bilen tapawutlanýandygyna seredip geçdik. Ýerine ýetiriji agzalaryň bir bölegi–nasoslaryň (sorujylaryň) krylçatkalary (ganatjyklary), ýonuýy (şlifowalnyý) abzallarynyň (станок) şpindelleri, sentrifugalaryň barabanlary we ş.m. – uly tizlik bilen aýlanyjy hereketi, beýleki bölegi bolsa uly bolmadyk tizlik bilen aýlanma hereketi ýerine ýetirýär, mysal üçin ekskalatorlaryň, asma ýollarynyň alyp baryjy ýyldyzjyklary, galdyryjy lebýodkalary we başg. Ýerine ýetiriji organlaryň köpüsi basyp äkidiji (поступательное) hereketi ýerine ýetirýärler-transportýorlaryň we konweýerleriň lentalary, galdyryjylaryň kombinatlary, ýonuýy stanogyň stoly. Käbir ýerine ýetiriji organlar olaryň tehnalogiki operasiýalary ýerine ýetirilmeginde diskret (ädimli) ýa-da yzagaýdyjy–öňegidiji (возвратно-поступательное) hereketi ýerine ýetirilýän bolmaly.

Elektrik maşyn gurluşygynda ylmy we tehniki ösüş giňeýär we elektropriwodlary hem taslaýarlar (разрабатывают) hereketiň beýleki görnüşleriniň elektrodwigatellerini – pes tizlikli aýlanma, diskret (ädimli) öňe gidiji we yza gaýdyjy–öňe gidijiler praktiki ulanylýarlar. Şeýle dwigatelleriň ulanylmasy, mehaniki geçirmäni ýeňilleşdirmäne, käbir ýagdaýlarda aradan aýyrmaga, işçi maşynyň kinematiki zynjyrynyň komponowkasyny gowulandyrmaga we onda kuwwatynyň ýitgilerini peseltmäge mümkinçilik berýär. Ýerine ýetiriji organlaryň talap edilýän hereketine laýyk gelýän hereketiň häsiýeti bilen dwigatelleriň ulanylmagy işçi

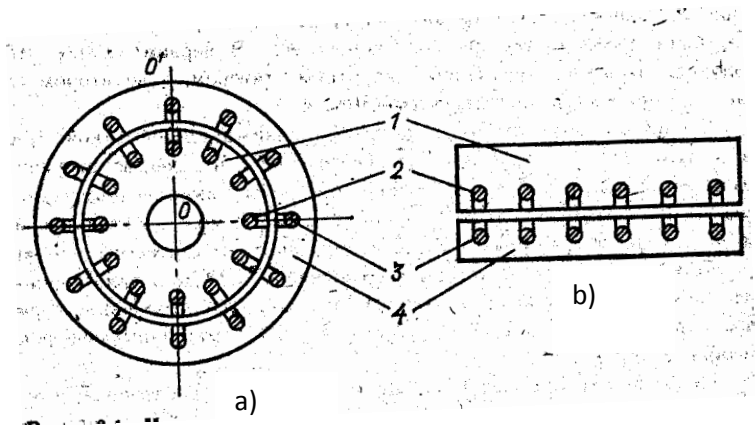
maşynlaryň we olaryň elektropriwodlaryň tehniki – ykdysady görkezijilerini ep-esli ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Şeýle dwigatelleriň hataryna ilki bilen çyzykly we ädimli wentil dwigatelleri goşup bolar.

7.2. Liniýaly elektrodwigatelli

Bilşimiz ýaly, galdyryjy – ulag maşynlaryň, metalişleýji stanoklaryň getiriji mehanizmleriň presslaryň, molotlaryň ýerine ýetiriji organlaryň alyp gidiji (поступательное) hereketi ýerine ýetirilýär. Olaryň priwody üçin aýlanma hereketiň dwigatelleri ulanylanda, dwigateliň walynyň aýlanma hereketini, ýerine ýetiriji agzanyň basyp baryjy (поступательное) hereketine özgerdýän mehaniki geçirme (kriwoşipno – şatunnyý mehanizm, wint – gaýka geçirmesi we ş.m.) talap edilýärler.

Hereket edýän bölegi basyp baryjy liniýaly hereketi ýerine ýetirýän liniýaly dwigatelleriň ulanylmagy ýönekeýleşdirmäge ýa-da mehaniki geçirmäni doly aradan aýyrmaga we onuň hasabyna işçi maşynyň ýa-da бүтінлэй mehanizmiň tygşytlylygyny we ygtybarlygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Liniýaly dwigateller ýokary tizlikli elektrik ulaglary akdyryp geçirmek üçin gurnamalary döretmäge mümkinçilik berdiler .

Liniýaly dwigateller asinhron, sinhron we hemişelik togunyňky, aýlanma hereketiň prinsipi boýunça işleýänleri bolup bilýärler. Liniýaly asinhron dwigatelleri (LAD) giňden ýaýrama eýedirler. Asinhron dwigateliň konstruktiv (gurluş) shemasyna seredip geçeliň. Eger-de pikirimizde, adaty asinhron dwigateliň 3 we 2 sarymly 1 rotory we 4 statory 00' emele getiriji (образующей) boýunça okunyň ugruna kesip we olary tekizlikde ýazyp giýtsak . Emele gelen tekiz gurluş hereket edýän bölegi ikilenji element diýip atlandyrylýan. LAD-y özünden düzýär.



7.1-nji çyzgy. AD –nyň gurluş shemasy.

a) adaty ; b) liniýaly .

1- rotor ; 2 – rotoryň sarymy ; 3-statoryň sarymy ; 4- stator .

Üýtgeýän toguň setine statoryň sarymy birikdirilende, iýmitlendiriji naprýaženiýäniň f_1 ýygylgyna we polýus bölünmesiniň τ uzynlygyna proporsional tizlik bilen howa oýugynyň ugrunda oky süýşirip durjak magnit meýdany emele gelýär.

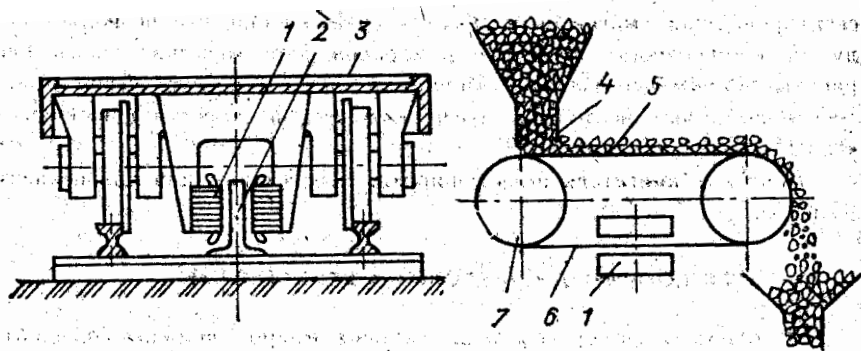
Magnit meýdanyň tizligi

$$\vartheta = 2\tau f_1 \quad (7.1)$$

Magnit meýdany oýugynyň ugrunda süýüşýän, 1 ikilenji elementiniň 2 rotorynyň sarymynyň geçirijilerini kesip geçýär we olarda EHG–ni induktirlärler, onuň täsiri astynda bolsa sarym boýunça tok geçip başlar. Bu toklaryň magnit meýdan bilen özara täsiri güýjiň emele gelmegine getirer. Ikilenji element bu güýjiň täsiri astynda, adaty AD –

daky ýaly, magnit meýdandan käbir yza galmak (typma) bilen hereket edip başlar.

Bir taraply stator we onuň bir ölçegli ikilenji elementli LAD . LAD –yň niýetlenmegine baglylykda onuň ikilenji elementi statordan uzynrak ýa-da gysgarak bolup biler. Birinji ýagdaýda LAsinhron dwigateliň gysga statorly dwigatelli, ikilenji ýagdaýda – gysga ikilenji elementli diýip atlandyrylýar. LAD –yň ikilenji elementi sarym bilen hemişe üpjün edilmeyär. Köplenç (bu onuň artykmaçlygy) ikilenji element hökmünde polatdan . misden ýa-da alýuminden ýasalan list . çyzyk (полоса) ýa-da rels ulanylýar. Şeýle ikilenji element iki statorlaryň arasynda (ikitaraply statorly LAD) ýa-da stator bilen ferromagnit özeniň (сердечник) arasynda (birtaraply statorly we serdeçnikli LAD) gurnalyp biliner. Çyzykly (полоса) görnüşli ikilenji elementli liniýaly dwigatel agramly (массивный) ferromagnit rotorly adaty asinhron dwigatele meňzeş.



7.2-nji çyzgy. LAD-yň ulanylyşy

- a)- ulaglaýjyda
- b)-konweýer priwody üçin

LAD–yň statorynyň sarymynyň hem edil adaty asinhon diwgatelleriňki ýaly birikdirmeleri bar we işçi üç fazaly üýtgeýän toguň setine birikdirilýärler.

LD hereketiň öwrülen (обращенный) ýagdaýynda hem işläp bilýärler, haçan-da ikilenji element gozganmaýan bolup , stator bolsa süýşirýän bolanda şeýle LD adaty , elektrik ulaglaýjylar (транспорт) ulanylýar .

Relsli ulaglaýjynyň mysalynda seredip geçeliň.

1-iki taraply stator

2-relsleriň arasyndaky metal çyzygy (полоса)

3- hereketli düzüminiň (состав) arabasy

4-dökülýän metally bunker

5-konweýer

6- metall lentasy

7-baraban

Relsli ulag serişdesinde gurnalan LD. Iki taraply 1 statorly dwigatel gozganýan (herketlenýän) sostawyň arabasynda berkidilýär. Relsleriň aralygynda berkidilen 2 metall çyzygy (полоса) ikilenji element bolup durýar. Dwigateliň statorna naprýaženiýe typýan kontaktoryň (trolleriň) kömegi bilen iberilýär. Ikilenji element bolup relsler ýa-da äkidiji (несущей) gurluşyň başga bir elementi gulluk edýär. LD-leri monorels ýollar we kranlaryň hereketlenme mehanizleri üçin ulanylýar. LAD (b.sur) ýükleri ulgamlama mehanizler üçin niýetlenen . Dökülýän metally 4 bunkerden süýşirmek üçin niýetlenen 5 konweýer 6 metall lentadan we 7 barabanlardan ybarat. Konweýeriň metall lentasy LAD-yň 2 statorlarynyň içinde geçýär we onuň ikilenji elementi bolup durýar. Bu ýagdaýda LAD ulanylanda lentanyň sypyp geçmesi aradan aýrylýar we onuň hereketiniň tizligini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Şeýle hem LD guýmadykma (своезабивных) molotlaryň, pressleriň dokma stanoklaryň örme maşynlaryň slitkoäkidileriň (слитковоз), itijileriň (толкатели) we başga-da

bir näçe işçi maşynlary elektropriwodlarynda hem ulanylýar. LAsinhron dwigateliň kuwwaty birnäçe wattdan birnäçe yüzlerçe KWT çenli we hereket tizligi 100-150 km/sag çenli bolýar.

Hemişelik toguň liniýaly dwigatelleri (HTLD) uly bolmadyk süýşmeleri üpjün etmek üçin ulanylýarlar, haçan-da ep-esli ýerinden göçürme güýjenmeleri we hereketiň ýokary takyklygy talap edilende. HTLD –lar hem aýlanma hereketiniň dwigatelleri ýaly, mümkinçilik bolanda ÝÝA (UO) süýşirmeleriniň tizligini ýönekeý usullar bilen saklanmaga rugsat berýärler. Köplenç HTLD –ni dürli stanoklaryň getirme (подача) priwodlarynda ulanýarlar.

Liniýaly sinhron dwigateller (LSD) özüniň artykmaçlygy bolan ýokary tizlikli elektrik ulaglaryň döredilmeginde uludan ulanylmaga eýedir. Sebäbi SD –niň herektli bölek bilen ikilenji elementiň arasyndaky uly oýugyň (зазор) hasabyna $\cos \varphi \approx 1$ bolýar.

LSD-niň ýokary tizlikli elektrik transformatorlarda (ET) ulanylmagy, wagonlaryň magnit asyklarynyň (подвеска) we ýokary geçiriji magnitleriň we ýokary geçiriji sarymlarynyň ulanylmasy bilen adaty utgaşýar (сочетается), bu bolsa hereketli sostawyň işiniň gowy ykdysady görkezijileri we hereketiň amatlylygyny gozganmaga mümkinçilik berýär. Elektrik ulaglarda LSD-niň kuwwaty birnäçe münlerçe kWt çenli, hereket tizligi bolsa 400-500km/sag çenli ýetýär.

Liniýaly dwigatelleriň soňlukça ösüşi üçin giň mümkinçilikleri bar.

7.3. Ädimli dwigatelli elektropriwodlar

Birnäçe işçi maşynlaryň ýerine ýetiriji agzalary, hereketiň ahyrynda özüniň ýerleşmesini bellige almak bilen berk çäklendirilen hereketleri amala aşyrmalydyrlar. Şeýle

maşynlaryň we mehanizmleriň elektropriwodlarynda, diskret elektropriwodyň esasynda emele getirilýän dürli görnüşli ädimli dwigateller (AD) üstünlikli ulanylýarlar. Diskret elektropriwodyň giňden ulanylmagy, onuň programmaly (meýilnama) gurnamalar we öýjükli (цифровой) dolandyryjy maşynlar bilen tebigy görnüşinde utgaşýanlygy bilen düşündirilýär.

Mysal üçin (ДЭП) sanly programmaly (meýilnama) dolandyrmaly (ЧПУ) metall işleýji stanoklar, şeýle hem robotlar we manipulýatorlar üçin giňden ulanylýar.

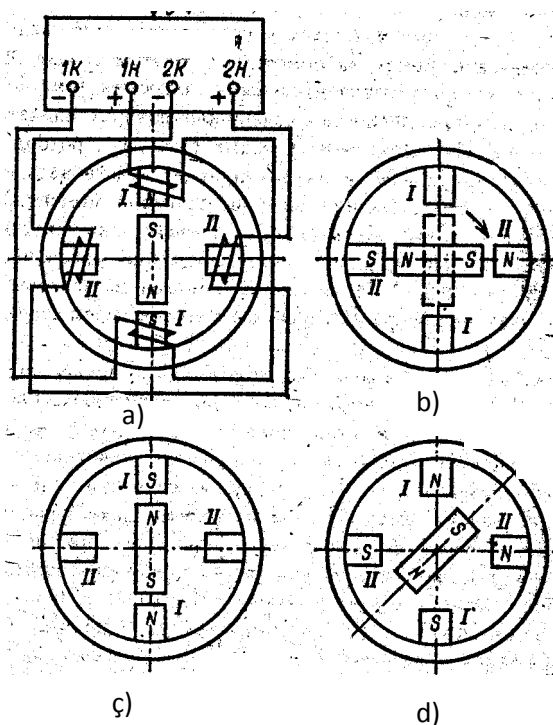
Ädimli dwigateller özleriniň hereket usuly (prinsipi) boýunça sinhron dwigatel bolup durýarlar. Emma sinhron dwigateller tapawutlyklykda ädimli dwigateller magnit meýdany howa oýugynda (зазор) üznüksiz süýşýär (aýlanýar), diskret bolsa, ädimler bilen. Muňa dolandyryjy impulslaryň bir kanally yzygiderligini ädimli dwigateller sarymlaryna (fazalaryna) goýulýan (прилаживаемый) naprýaženiýeleriň köp fazaly ulgamyna öwrülýän elektron komutatoryň kömegi bilen ädimli dwigatelleriň sarymlarynyň impuls oýandyrmalarynyň hasabyna ýetilýär.

Ädimli dwigatelleriň fazalarynda naprýaženiýäniň üýtgemesiniň basgançaklary häsiýetine, onuň howa oýugynda elektromagnit meýdanyň diskret aýlanmasyna (süýşmesine) laýyk gelýär, munuň netijesinde rotoryň hereketi, aperiodiki ýa-da yrgyldamak kanuny boýunça ýerine ýetirilýän yzygider ýönekeý göwrümlerden ýa-da ädimlerden ybaratdyr.

a) Asinhron dwigateliň statorynyň häsiýetleri we hereket prinsipi.

Statorda ädimli dwigatelleriň iki jübüt aýdyň görkezilen polýuslary bar, olarda oýandyрма sarymlary (dolandyрма) bar.

Sarymlaryň her biri, ädimli dwigatelleniň gabatlaýyn polýuslarda ýerleşen iki böleklerden ybaratdyr.



7.3-nji çyzgy. Aktiv rotorly ädimli dwigatelleriň hereket prinsipine
a-d) rotoryň dürli ýagdaýlary.

Ädimli dwigatelleriň sarymlarynyň iýmilenmesi elektron komutatorlardan naprýaženiýäniň impulsalary bilen amala aşyrylýar. Komutator we asinhron dwigatel ädimli priwodyň güýç bölegi bolup durýarlar. Bu ýagdaýda asinhron dwigateliň rotory, statoryň içinde dwigateliň walynda ýerleşdirilen iki polýusly hemişelik megnit özenden emele getirýär.

(I) saryma iýmilenmäni getireliň. Bu sarymdan toguň geçmegi, N-S dik (вертикальное) ýagdaýda statoryň М.М – nyň emele gelmegini ýüze çykarar. Rotoryň hemişelik magnitli (МПС) bilen meýdanyň özara täsiri netijesinde

deňagramly ýagdaýy eýeleýär, sebäbi faza boýunça gabat gelýärler. Ýagdaý durnukly bolar, sebäbi ondan aýrylmada (отклонение), rotorly deňagramly ýagdaýda gaýtarmaga ymtylan aýlanaýan pursat (sinhrinizirleýji) rotora täsir edip durar. Bu pursat şeýle kesgitlenilýär.

$$M = M_{MAX} \sin \alpha \quad (7.2)$$

Bu ýerde α rotoryň we МПЦ-иň oklarynyň aralaygyndaky burç.

Aýdalyň, dolandyрма shemanyň kömegi bilen naprýaženiýe (I) sarymdan aýrylýar we (II) saryma iberilýär. Ýagny magnit meýdany II sarymda kese (горизонт) ýagdaýda emele gelýär. (МПЦ, statoryň aýlowynyň dördünji bölegine (четверт) öwrümi diskret amala aşyran) $\alpha = 90^0$ burç ylalaşdyrylan we rotora (ÄD.1) formula bilen laýyklykda $M = M_{MAX}$ hereket eder. Onuň täsiri astynda, rotor statoryň aýlowynyň dördünji bölegine öwrüler we täze durnukly deňagramly ýagdaýda eýe bolar. Şeýlelikde, statoryň meýdanynyň ädimli süýşmesiniň yzy bilen, edil şonuň ýaly ädimli süýşmäni hem dwigateliň rotora ýerine ýetirýär.

Soňra, sarymyň birikdirme usulyny üýtgedip, gezekleýin bir ýa-da iki sarym, baňda seredilip geçilen sinematik shemadan tapawutlukda simmetrik däl diýip atlandyrylar.

Ädimli dwigateliň ädimli süýşmesi şu deňleme bilen kesgitlenilýär.

$$\alpha = \frac{2\pi}{(pn)} \quad (7.3)$$

Bu ýerde p- ädimli dwigateliň rotorynyň polýuslarynyň jübütleriniň sany;

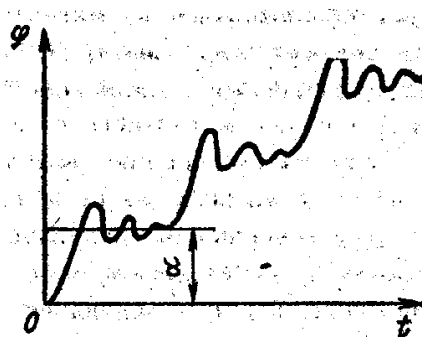
n- simmetriki däl kommutasiýada fazalaryň ikilendirilen sanyna we simmetriki ädimli dwigatelleniň fazalarynyň sanyna deň bolan sikldäki geçirmeleriň (taktlaryň) sany .

Rotoryň ädimli süýşmesi dolandyryjy impulsalaryň yzygiderliginiň kömegi bilen amala aşyrylýar, bu ýagdaýda her impulsa rotoryň bir ädimi we asinhron dwigateliň sarymlarynyň bir geçirmesi (komutasiýanyň bir takty) laýyk gelýär.

Ädimli dwigateliň öwrülmesiniň jemlenen (суммарный) burçy impulsalaryň sanyna proporsional, onuň tizligi bolsa – impulsalaryň ýygylgyna .

Impulsalaryň formasy we amplituda ädimli priwodyň adaty (normal) işleýşini bozman kesgitli çäklerde üýtgäp bilýärler.

Ädimli dwigateller polýarlygynyň üýtgemegi bilen rewersde işläp bilýär. ädimli dwigatel priwodyň esasy iş ýagdaýy dinamiki bolup durýar. Sinhron dwigatele tapawutlylykda ädimli dwigatel, mejbury elektrik togtatma we dynç ýagdaýynda sinhronizme girmegi hasaplanan (niýetlenen). Muňa baglylykda (ШЕП) –de işe goýberme, togtatma, rewers we dolandyryjy impulsalaryň bir ýygylkdan beýlekä geçmegi üpjün edilýär. Ädimli dwigateliň işe goýberilmesi, giriş signalyň ýygylgyny noldan işçä çenli bökdençli ýa-da kem-kemden ýokarlanmasy bilen amala aşyrylýar, togtatmasy -onuň nola çenli peselmesi bilen, rewers bolsa ädimli dwigateliň sarymlarynyň kommutasiýasynyň yzygiderliginiň üýtgemegi bilen impulsalaryň seriýasyny işlemekde ШЕП-daky geçiş prosessler görkezilen.



7.4-nji çyzgy.

bu ýerde φ –niň walynyň öwrülmesiniň doly burçy;

α –Öwrülmäniň birlikleýin burçy .

Häzirki zaman asinhron dwigatelleriň gurluş ýerine ýetirilmegi boýunça tapawutlydyrlar. Asinhron dwigatelleriň fazalarynyň sanyna we magnit ulgamynyň gurnalýşyna baglylykda asinhron dwigateller aktiw, iki fazaly, köp fazaly bolýarlar.

Ädimli dwigateller aktiw rotor, adaty sinhron dwigatellerdäki ýaly hemişelik magnitlerden ýa-da oýandyрма sarymly taýýarlanýar. Magnit elektrik ädimli dwigateller (hemişelik magnitli) giňden ýaýrama eýedirler. Aktiw rotorly ädimli dwigatellerde, aktiw rotoryň polýuslarynyň kiçi bölümleri bilen öndürilmeginiň kynçylyklary bilen baglylykda 90^0 –dan 15^0 çenli rotoryň iri ädimleri bar. Ädimi kiçeltmek üçin şeýle ädimli dwigatellerde kommutasiýa toklarynyň we fazalaryň sanyny ýokarlandyrýarlar, şeýle hem iki statorly ýa-da iki rotorly gurluşy ulanýarlar.

Aktiw rotorly ädimli dwigatelleriň maksimal tizligi 208-314 ra/sek düzýär, kabul edijilik (приемность) ýygylgy

70-den 500 Gs çenli, nominal aýlandyryjy pursatlar $10 \cdot 10^{-6}$ -dan $10 \cdot 10^{-3}$ N.m çenli.

Çykaryş seriýalary ШДА, ШД, ДШ-А, ШДА-3

Passiw rotorly ädimli dwigateller reaktiwlere we induktiwlere bölünýärler. Şeýle ädimli dwigatelleriň işi magnit meýdanyň (statoryň) we ferromagnit jisimiň (rotoryň) özara täsirinde esaslanan. Reaktiw ädimli dwigatelleriň statorynyň we rotorynyň , adaty dişleri (зубцы) diýip atlandyrylýan aýan görkezilen polýuslary bar. Statoryň kommutatordan iýmitleňýän OS (OB) ýerleşdirilen. Ädimli dwigatelleriň materialyndan taýýarlanan we OS –y (OB) ýok, munuň netijesinde hem oňa passiw diýilýär. Ädim (rotoryň öwrülmesi) şeýle kesgitlenilýär.

$$\alpha = \tau_c - \tau_p = \frac{360^\circ}{Z_c} - \frac{360^\circ}{Z_p} = \frac{360^\circ (Z_p - Z_c)}{Z_c Z_p} \quad (7.4)$$

adaty, $Z_c > Z_p$ dişleriň sany; Z_c, Z_p Statoryň we rotoryň polýus bölünmesi.

Netije Z_c we Z_p dişleriň sanynyň tapawudyny azaldyp, rotoryň ädimini peseldip bolýar. Praktikada bu tapawudy jübüt bilen (четной) saýlaýarlar, bu bolsa asinhron dwigateliň peýdalanmasyny gowulandyryýar. Statoryň polýusynyň ädimini kiçeltmek üçin, birnäçe dişli edip taýýarlanylýar.

Reaktiw ädimli dwigatellerde düýpli kemçilikleri bar, kiçi p kuwwat we sinhronizirleýji pursat. Bu kemçilik induktor ädimli dwigatellerde ýok, olarda sinhronizirleýji pursaty ýokarlandyrmak üçin, goşmaça OS(OB) ýa-da hemişelik magnitlaryň kömegi bilen stator tarapyndan rotor magnitlenýär. Passiw rotorly ädimli dwigateller (Ш, ШДР, ШД, ПШД) ädimi $-1,5^\circ$ -den 9° çenli, $M_{BP} = 2,5 \cdot 10^{-6}$ -dan $10 \cdot 10^{-3}$ çenli kabul

edijilik. (приемность) ýygýlygy 250-den 1200 Gs çenli edip öndürilýär.

Diskret elektropriwodyň ösüşi, asinhron dwigatelleriň ýörite görnüşleriniň öndürilmesine getirdi –liniýaly, tolkunly, azimersiýaly we togolanýan (катещиеся) rotorly.

Asinhron dwigateliň silindrik liniýalarynyň esasynda , öz walynda iki bagly bolmadyk hereketi, jemleýän aýlanma we öňe gitme, liniýaly -öwrülme iki koordinatly ädimli dwigateller döredilen.

Liniýaly- öwrülme ädimli dwigateller ДШЛ-8 we ДШЛ-9 görnüşli öwrülme ädimi $\alpha = 1^0$, öňe gitme süýşmesiniň ädimi 0,011 den $1,25 \cdot 10^{-3}$ m çenli, doly süýşmesi $50 \cdot 10^{-3}$ m den , M=0,16 N.m çenli we güýjenmeler 36 N çenli

Köp koordinatly ädimli dwigatelleriň diskret elektropriwodynyň ulanylmagy – manipulyýatorlarda robotlarda we stanoklarda awtomatiki liniýalarda .

b) Diskret elektropriwodly dolandyрма shemalar.

Ädimli dwigatelleriň hereketi dolandyрма naprýaženiýeleriň impulslarynyň kesgitli yzygiderliginiň statoryň oýandyрма sarymlarynyň iberilmesi bilen amala aşyrylýar.

Ädimli dwigatelleriň ortaça tizligi şu deňleme bilen kesgitlenilýär.

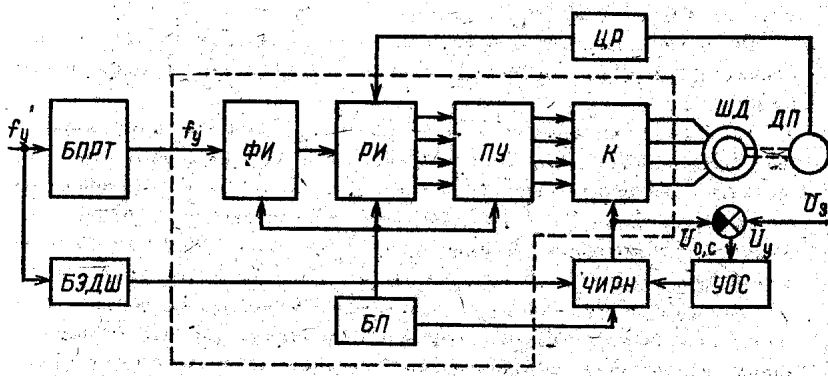
$$\omega = \alpha f_k \quad (7.5)$$

Bu ýerde α - dwigateliň ädimi, rad;

f_k - sarymlaryň koomutasiýasynyň ýygýlygy 1 sek.

Ädimli dwigatelleriň dolandyrmasy güýç elektron kommutator bilen üpjün edilýär, onuň giriş dolandyryjy signallarynyň ýygýlygy bilen berilýän çykyş naprýaženiýäniň

ýgylygy (ädimli dwigatelleriň fazalarynyň kommutasiýasynyň ýgylygy) giň çäklerde üýtgeýär.



7.5-nji çyzgy. Ädimli dwigatelli elektropriwdolaryň gurluş (struktura) shemasy.

Elementleri:

ШД-Ädimli dwigatel;

ДП-Тизлигиň we ýagdaýyň датçиги;

ЦР-Санлы sazlaýjы;

БПРТ-Endygan batalma we togtatma blogy;

ФИ-Impulslary formilirleýji;

РИ-Impulslary paýlaýjы;

ПУ-Aralyk güýçlendiriji;

КПЧ -Kommutator (ýgylygy özgerdiji);

БЭДШ-Ädimi elektron bölekleme blogy;

ЧИРН-Napры́ženiýäniň ýgylyk – impuls sazlaýjыsы;

УОС-Tok boýunça ters baglanşыgy güýçlendiriji;

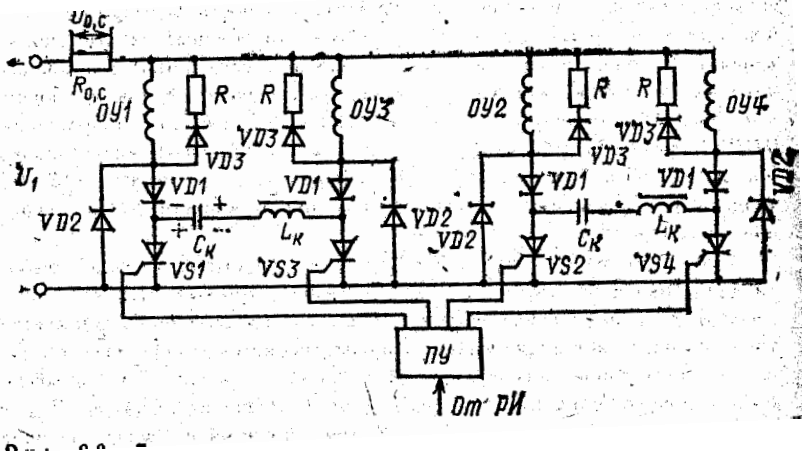
БП-Priwodyň elementleriň iýmitlenme blogy;

U_3 -Бу́рук beriji (за́дующий) signal;

U_{bc} -Ters signal;

Signallaryň tapawudy ($U_{oc} - U_3 = U_y$) dolandyrma signallaryny berýär.

f_y -dolandyrma signaly:



7.6-njy çyzgy. Diskret elektropriwodyň tiristorly kommutatorlaryň shemasy.

OY1-OY4- ÄD –niň güýçlendirme sarymy;

VS1-VS4- ÄD –niň sarymlarynyň jübüt kommutasiýasyny üpjün edýän tiristorlar (diskter ikisi işleýär) SV1 we SV3; SV2 we SV4 tiristorlaryň geçirilmesi L_K - C_K yrgyldaýjy konturlaryň we VD1 we VD2 diodlaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Shemanyň hereket prinsipini VS1 we VS3 tiristorlardaky triggerleriň işleýşiniň mysalynda seredip geçeris. Aýdalyň başlangyç ýagdaýda VS1 tiristor açyk we OY1 sarym boýunça tok geçýär, VS3 tiristor bolsa ýapyk. Bu ýagdaýda C_K kondensat (+) bilen sag obkladka zarýatlanýar. Eger-de VS3 dolandyrma impulsy ugratsak, ol açylar we OY3 sarym boýunça tok geçip başlar. Bir wagtyň özynde VS3, VD3, VS1 zynjyr boýunça C_K kondensatoryň çalt täzeden zarýatlanmasy (перезаряд) başlanar. Munuň dowamynda VS1 katodyň potensialy, onuň anodynyň potensialyndan has

položitel bolar, onuň arkasy bilen tok peseler we VS1 tiristor ýapylar. Kondensatoryň täzeden zarýatlanmasynyň (перезаряд) ahyryna onuň çep obkladkasy polýuslary bolar (çyzgyda punktir) we tiristor, VS3—den dolandyрма impulsy aýrylyp we onuň VS1 täzeden iberilmeginden bolup geçjek täze geçirilmä taýýardyr. Şeýlelikde , trigger shemasynda tiristorlar çalşyryp işleýärler.

Edil şonuň ýaly VS2 we VS4 tiristorlarda trigger işleýär. Bir ugurly ädimli dwigateliň aýlanmasyny üpjün etmek üçin tiristorlary şu yzygiderlikde geçirilýär (переключают) VS1we VS2→ VS2 we VS3→ VS3we VS4→ VS4 we VS1- VS1 we VS2 we ters ugurda aýlanmak üçin şu yzygiderlikde VS1 we VS2- VS1 we VS4→ VS4 we VS3- VS3 we VS2→ VS2 we VS1 we ş.m/

Diskret priwodyň ulanylýan ýerleri örän köp. Stanklaryň iberme mehanizmlerinda, gazkezsiji we kebşirleýji awtomatlarda , wagtyň enjamlarynda, prokat stanlaryň basyjy gurnamalarynda, lentaçekiji we hasaba alyjy gurnamalarda, şeýle hem robotlar we manipulýatorlar üçin, lukmançylyk tehnikasynda , mikroelektronika elementleriň önümçiligi üçin we ş.m.

Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. 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» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. A.Meredow, A.Kullyýew. Awtomatizirlenen elektrikhereketegetiriji. Aşgabat, 2002.
11. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. М., Высшая школа, 2005.
12. Автоматизация контроля параметров и диагностика асинхронных двигателей под редакций О.Д.Гольдберга. М., Энергоатомиздат, 1991.
13. Куллыев А, Аннаев О, Мередов А, Ялкапов П. По курсу автома-тизированный электропривод. Ашхабад, 1990.

14. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. М., Энерго-атомиздат, 1986.
15. Правила устройства электроустановок. М., Энергоатомиздат, 2007.
16. Чиликин М.Г, Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М., Энергоиздат, 1981.
17. Чиликин М.Г, Ключев В.И, Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. М., Энергия, 1979.
18. Яуре А.Г, Певзнер Е.М. Справочник крановый электропривод. М., Энергоатомиздат, 1988.

Mazmuny

	SÖZBAŞY	7
	GIRIŞ	9
	B I R I N J I B A P	11
	ELEKTROPRIWODA GIRIŞME	
1.1.	Önümçilik prosessleriň awtomatlaşdyrmasy we elektro-fikasiýaň esasy serişdesi ýaly elektrik ýöretmäň häsiýetnamasy	11
1.2.	Elektropriwoda düşünje	13
1.3.	Elektrik ýöretmäň funksiýalary	15
1.4.	Elektrik getirmeleriň klasifisirlenşi	15
	I K I N J I B A P	18
	ELEKTROPRIWODYŇ MEHANIKA	
2.1.	Elektromekanika hereketiniň deňlemesi	18
2.2.	Elektropriwodyň koordinatlaryny sazlama barada düşünje	24
2.3.	Elektropriwodyň tizligini sazlama	28
2.4.	Elektropriwodyň momentini, toguny we ýagdaýyny sazlama	30
2.5.	Elektropriwodyň iş tertipleri	32
2.6.	Elektropriwodlaryň dolandyрма ulgamlary gurmagyň umumy esaslary	33
2.7.	Umumy güýçlendiriji we näçzykly ters baglanşykly elektropriwodyň shemasy	40
	Ü Ç Ü N J I B A P HEMIŞELIK TOGUNYŇ DWIGATELINIŇ ELEKTROPRIWODY	45
3.1.	Bagly bolmadyk oýandyrmagyň hemişelik togunyň ýöredijisiniň iş ýagdaýlary, statiki häsiýetnamalary we birleşdirme shemasy	45
3.2.	Özgerdiji – ýörediji ýapyk ulgamda elektropriwodyň statiki häsiýetnamalaryny belli bir şekile	52

	getirilmesi	
3.3.	Ýakoryň togy boýunça položitel TB-ly Ö-Ý-niň ýapyk ulgamy	57
3.4.	Toguň we momentniň sazlanmasy (çäklenmesi)	61
3.5.	Tordan iýmitlenmede duruzmada rewersde we işe goýbermede BBO-nyň HTÝ-niň awtomatik dolandyrmasy	66
3.6.	Ýakora getirilýän güýjenmäniň bilen BBO-nyň HTÝ-niň koordinatalaryny sazlama	70
3.7.	Ýakora getirilýän güýjenmäniň üýtgemegi bilen BBO-nyň HTÝ-niň momentini sazlama	73
3.8.	Setden iýmitlenende togtamada rewersde (ters hereketde) we işe goýbermede BBO-nyň HTÝ-niň awtomatik dolandyryşy	76
3.9.	HTÝ-niň rewersini (ters hereketini) we togtamasyny dolandyрма	82
3.10.	EHG funksiýasynda ters birikdirme bilen togtamany, rewersi we işe goýbermäni dolandyрма shemasy	85
3.11.	BBO-nyň HTÝ-niň dolandyryşynyň tejribe shemasy	88
3.12.	Hemişelik togunyň wentil elektropriwodynyň elektrik üpjünçilik setine täsiri we bu täsiri peseltmegiň usullary	91
	D Ö R Ü N J I B A P ELEKROPRIWODDA GEÇİŞ PROSESSLERI	93
4.1.	Setlerden bagly däl oýandyryjyly hemişelik togunyň dwigatelineiň iýmitlenmeginde geçiş prosesler	93
4.2.	Ýakoryň zynjyrynyň induktiwligini	99

	hasaba alynanda elektromehaniki geçiş prosessler	
4.3.	Ýakoryň zynjyrynda rezistoryň kömegi bilen bagly däl dolandyryjyly hemişelik toguň dwigatelineň koordinatalaryny sazlamak	102
4.4.	Magnit akymynyň we naprýaženiýäniň üýtgemegi bilen yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigatelineň tizligini sazlamak	107
4.5.	Ýakoryň şuntirlenmesi bilen shemalarda zyygider oýandyryjyly hemişelik tizligini sazlamak	109
4.6.	Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň dwigatelineň dolandyрма shemasy	111
4.7.	Garyşyk oýandyryjyly hemişelik toguň dwigatelineň häsiýetnamasyny birikdirilme shemasy	113
	B Ä Ş I N J I B A P ASINHRON DWIGATELLI ELEKTROPRIWODLARY	115
5.1.	Asinhron dwigateliň birikdirme shemasy statiki häsiýetnamalary we iş tertipleri	115
5.2.	Asinhron dwigatelineň rotorynyň we statorynyň zynjyrynda rezistorlaryň kömegi bilen tiziligi, togy we pursaty sazlamak	122
5.3.	Statoryň zynjyrynda rezistorlaryň kömegi bilen koordinatlary sazlamak	125
5.4.	Polýuslaryň jübütleriniň sanyny üýtgetmek bilen tizligi sazlamak	126
5.5.	Elektropriwodyň “naprýaženiýe özgerdiji- dwigatel” ulgamy	132
5.6.	Tiristor özgerdiji – dwigatel ulgamy (TÖ- D)	134

5.7.	Asinhron dwigateliň koordinatlarynyň sazlamagyň ýygylýk usuly	140
5.8.	Asinhron dwigateliň koordinatolaryň tazlamagyň impuls usuly	151
5.9.	Birikdirmäniň (включение) kaskad shemalarynda asinhron dwigateliň tizligini sazlamak	157
5.10.	Işe goýberilen rewersde we togtamada asinhron dwigateliň awtomatiki dolandyrylmasy	164
5.11.	Asinhron elektropriwodda geçiş prosessleri we olaryň emele gelmegi	173
5.12.	Ýylylyk-dwigatel özgerdijisi ulgamynda geçiş prosesleri we onuň emele gelişi	178
	A T Y N J Y B A P SINHRON DWIGATELI ELEKTROPRIWOD	181
7.1	Sinhron dwigateliň ýakynlaşmasnyň statiki häsiýetnamasnyň iş tertipleriniň shemasy	181
6.2.	Sinhron dwigateli dolandyrmagyň umumy prinsipleri	186
6.3.	Sinhron dwigateli dolandyрма shemalary	191
6.4.	Sinhron elektropriwodda geçiş prosesler	200
	Ý E D I N J I B A P ÝÖRITE HÄSIÝETLI WE HÄSIÝET-NAMALY ELEKTRO-PRIWODLAR	205
7.1.	Elektropriwodda ulanylýan dwoigatelleriň giňeldilen sazlama häsiýetnamalary	205
7.2.	Liniýaly elektrodwigatelli	206
7.3.	Ädimli dwigatelli elektropriwodlar	210
	Edebiýatlar	221