

**TÜKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

J.Nuryýew, A.Meredow

**Elektrik üpjünçiligi ulgamlarynda stansiýalar we
podstansiýalar**

Hünär: „Elektrik üpjünçiligi“

Aşgabat 2010

SÖZBAŞY

Garaşsyz baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryň 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 ýygnaqlarda, 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 öňde goýulan wezipeleri üstünlikli durmuşa geçirmek üçin, energetika ulgamlarynda işlejek ýokary bilimli hünärmenleri dünýä derejesinde taýýarlamak esasy mesele bolup durýar.

Dersiň maksady we meselesi. “Elektrik üpjünçiligi” hünäri boýunça bilim alýan talyp ýaşlaryň Türkmenistanyň syýasy – ykdysady ösüşlerini göz önünde tutup, Watanmyzyň 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 ukyply talyplaryň nazary pikirlerini ösdürmek meselesi dersiň esasy bolup durýar.

Dersiň esasy maksady – talyplary nazary maksatnamada geljekki ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamakdyr. Energetiki ulgamlaryň sazlaşykly işlemekleri, halk hojalygynda ýerlikli peýdalanmak, energiýany hasaba almak, energetiki resurslary ulanmaklygyň ähmiýetliligini, tygşytlylygyny talyplara öwretmek dersiň esasy tutýar. Häzirki döwürde ekologiki taýdan arassa, ykdysady taýdan arzan, konstruksiýasy boýunça ýönekeý energetiki enjamlary gurmaklygyň, peýdalanmaklygyň tehnikalary öwredilýär. Okatmagyň esasy usuly hökmünde umumy okuw ulanylýar. Amaly we tejribe sapaklarynda bolsa desgalaryň bölekleri, olaryň berkligi, ýüze çykýan näsazlyklaryň önüni almak ýaly meseleleriň toplumyna seredilýär.

Elektrik we mehaniki enjamlar boýunça, şeýle hem umumy senagat maksatly mehanizmlaryň häzirki zaman elektropriwodlarynda ulanylýan shemaly çözgütleriň bilimini almak dersi öwrenmegiň maksady bolup durýar.

GIRIŞ

Sapagyň esasy öwrenýän meseleleri Türkmenistanyň elektroenergetikasynyň ösüşi we geljekde onuň ösmekliginiň perspektiwalary, elektrik stansiýalarda we podstansiýalarda ulanylýan esasy enjamlaryň konstruksiýalarynyň aýratynlyklary, olaryň esasy baş shemalary, paýlaýjy gurnamalar, olaryň konstruksiýalary, olaryň hususy hajatlary we birikdiliş shemaly, operatiw toklar we olaryň gurnamalary bolup durýar. Ondanda başga stansiýalarda we podstansiýalarda esasy anjamlary saýlap almak we olaryň gysga utgaşma toklarynyň täsirine durnuklylygyny barlamak ýaly zatlara üns berilýär. 10.04 hünäri boýunça inžener taýynlamakda esasy orun tutýan ýerli podstansiýalara, ýylylyk elektrik merkezlerine köp üns berilýär.

1.2. Giriş. Kursuň meseleleri. Türkmenistanyň elektroenergetikasynyň ösüş perspektiwalary. Elektrostansiýalaryň esasy görnüşleri.

1.3. Sinhron generatorlar.

Turbo we gidrogeneratorlaryň esasy parametrleri. Sinhron kompensator, olaryň parametrleri we goýbereliş shemalary. Sinhron generatorlaryň we kompensatorlaryň sowadyş ulgamlary. Sinhron generatorlaryň we kondensatorlaryň oýandyryş ulgamlary. El.stansiýalarda we podstansiýalarda ulanylýan transformatorlar we awtotransformatorlar, olaryň esasy parametrleri, işleýiş düzgünleri, konstruksion aýratynlyklary. Transformatorlary saýlap almaklyk. El.gurnamalaryň neýtrallarynyň iş düzgünleri. Generator we transformator gurmaklygyň ösüş perspektiwalary; kriogen tehnikasyny ulanmak.

1.4. Öçüriji apparatlaryň klassifikasiýasy. Apparatlaryň termiki we elektrodinamiki durnuklylyklaryny barlamak. Öçüriji apparatlarda dugaly zarýatsyzlanma. Dugany öçürmekligiň şertleri.

Öçüriji apparatlarda dugalary ösürmegiň usullary. Öçürijiler: niýetlenişi, ýokary woltly öçürijileriň esasy görnüşleriniň häsiýetleri. Köp we az göwrümlü ýagly, howaly, elektrogazly, elektromagnitli we wakuumly öçürijiler. Ýük öçürijileri: niýetlenişi we esasy görnüşleriniň häsiýetleri. Ýokary woltly ereýän goraýjylar. Aýryjylar: niýetlenişi, ulanylyş şertleri. Içerde we daşarda gurnalýan aýryjylar. Asylýan we pantografik aýryjylar. Bölüjiler we gysgautgaşdyryjylar. 1000 W çenli öçüriji apparatlar. Awtomatiki däl öçürijiler, goraýjylar, kontaktorlar, magnitli goýberijiler. 1000 W çenli awtomatik öçürijiler. Kontaktsyz kommutirleýji enjamlar. Olaryň ösüş perspektiwalary. Olary saýlap almak.

1.5. Ölçeýji transformatorlar. Naprýaženiýe transformatorlary.

Tok transformatorlary. Togy çäklendiriji reaktorlar.

1.6. Paýlaýjy gurnamalarda tok geçirijileri. Gaty we maýyşgak şinalar. Daşky magnit meýdanyny ýok etmek. 110-220 kW elegaz izolýasiýaly komplekt tokgeçirijiler.

1.7. El.stansiýalaryň we podstansiýalaryň baş shemalary, olaryň klassifikasiýasy, olara talap.

Generator naprýaženiýede ÝEM shemalary. Ýokary naprýaženiýede ÝEM we podstansiýalaryň shemalary. Etrap we zawod podstansiýalarynyň shemalary.

1.8. El.stansiýalaryň özüne gerekli energiýasyny üpjün edýän bölegi, olaryň shemalary, operatiw zynjyrlar.

El.stansiýalaryň we podstansiýalaryň ikinji zynjyrlary.

El.stansiýalaryň we podstansiýalaryň DAU-lary.

1.9. El.stansiýalarda we podstansiýalarda enjamlaryň ýygnaýşy. Paýlaýjy gurnamalaryň konstruksiýalary.

ÝEM, etrap we zawod podstansiýalarynyň enjamlarynyň ýygnaýşy. Kysymly ýapyk we açyk paýlaýjy gurnamalar. Komplekt paýlaýjy gurnamalar (6-35 kW). Ýygnama öýjikler (KPG, KPGD). 110-220 kW KPG. 6-110 kW KTP. Ýere birikdirmeleri hasaplamak.

Elektroenergiýanyň esasy bölegine aşakdakylary öndürýärler.

1. Ýyllyk stansiýalary (ÝES). Ýylylyk elektrostansiýalary öz gezeginde:
 - 1) kondensasion (KES) we 2) telefikasion (ÝEM) stansiýalaryna bölünýärler.
2. Atom elektrostansiýalary (AES).
3. Gidrawlika elektrostansiýalary (GES). Bu öz gezeginde 1) gidro (GES) we 2) gidrakkumulizleýji (GAES) stansiýalary bölünýärler. Bulardan başga-da elektroenergiýanyň uly bolmadyk möçberini dizel elektro stansiýalary (DES), gaz trubinalary elektro stansiýalar (GTS) we buggazly stansiýalar (BGG) işläp çykarýarlar.

Ýene-de elektroenergiýa özüniň energiýa resuslary dikeldip bilýän stansiýalarda öndirilýär. Olara 1) gün (GES), 2) ýel (ÝES), 3) geotermal (Geo TES), 4) akym elektrostansiýalary (AkymES) (приливные) deňişlidenitler. Olaryň jemi kuwwatlary ujypsyzdyr.

Haýsy ýerde nähili elektrostansiýa gurmalydygy her ýeriň bar bolan energoresurslary bilen kesgitlenýär. Bir ýerde kömür, başga ýerde nebit we gaz, ýene bir ýerde bolsa suw köp bolýar. Olaryň kuwwatlyklary hem şondan baglydyr.

Aşakda dürli elektrostansiýalaryň tehniki görkezijileri getirilendir.

Elektrostansiýanyň görnüşü	KES	ÝEM	AES	GES
Udel kapital goýumlar, Tub/kWt	100-150	165-200	200-300	190-350
Elektroenergiýa öz özüne düşýän gymmady, köp/kWtS	0.5-1.0	0.3-0.8	0.45-0.8	0.08-0.2

1. Elektrostansiýalaryň esasy görnüşleri

1.1. Sinhron generatorlar. Turbo we gidrogeneratorlaryň esasy parametrleri

Häzirki wagtda elektroenergiýanyň aglaba bölegi sinhron generatorlar tarapyndan öndürilýär. Sinhron generatorlar 2 bölege bölünýär:

1. Turbogeneratorlar.
2. Gidrogeneratorlar.

Turbogeneratorlar ýylylyk elektrostansiýalarynda we atom elektrostansiýalarynda gurnalýarlar. Olar iki aýlow tizligi üçin ýasalýarlar: $3000^{\text{aýlow}}/\text{minut}$ we $1500^{\text{aýlow}}/\text{minut}$. Iň uly tizlikli turbogeneratorlar 2 polusli ýa-da, bir jübit polusli bolýarlar. Turbogeneratorlaryň kuwwat şkalasy aşakdaky ýaly: 2.5; 4; 6; 12; 32; 63; 110; 160; 220; 320; 500; 1000; 1600; 2000 MWt. (GOST 533-85E). Häzire çenli minutda $3000^{\text{aýlow}}$ tizlikli, ýa-da iki polýusly turbogeneratorlaryň iň uly kuwwatlysy 1200 MWt-dyr. Bu turbogeneratorlar ýylylyk elektrostansiýalarynda gurnalýarlar. Atom elektrik stansiýalarynda buguň parametrleriniň pesligi üçin (basyş we temperatura) minutda $1500^{\text{aýlowly}}$ 4 polýusly turbogeneratorlar gurulýarlar. Olaryň uly kuwwaty 1000 MWt çenli bolýar. Häzir AES-lerde hem minutda $3000^{\text{aýlowly}}$ generatorlar gurulyp başlandy.

Turbogeneratorlaryň stator we rotor sarymlary üstleýin we gös-göni sowatma, usulynda bolup bilýärler. Üstleýin sowatma köplenç kiçi kuwwatly generatorlar üçin ulanylýar we köplenç howa arkaly amala aşyrylýar. Uly kuwwatly turbogeneratorlary sowatmak gös-göni sowatmak arkaly döredilýärler. Bu diýdigi statorda we rotorda radial we aksional sowadyş kanallary, bolýar. Mundan başga-da statoryň we toparyň sarym symlary hem sowadyjy maddany geçirmek üçin içi boş görnüşde ýasalýarlar. Bu esasman uly kuwwatly generatorlar üçin degişlidir. Sowadyjy wodorod ýa-da suw.

Turbogenerator iki esasy bölekden, ýagny statordan we rotordan durýar. Statoryň we rotoryň magnit geçirijileri (serdeşnikleri) list görnüşli polatdan taýynlanýarlar. 100 MWt çenli kuwwatly generatorlar gyzgyn prokata edilen listlerden, ondan uly kuwwatly generatorlar bolsa sowuk ýenjilen listlerden ýasalýar. Listleriň galyňlygy 0.5 mm.

Statorlaryň we rotorlaryň serdeşnikleri paket görnüşe ýelmenen listlerden durýar. Listler özara lak bilen izolirlenýärler. Bu sowlama toguny azaltmak üçin edilýän. Paketler segment görnüşli bolýarlar. Paketler özara radial wentilýasion kanallar bilen bölünendirler. Paket uzboýa aksional wentilýasion kanallar bilen hem üpjün edilendir.

Häzirki zaman turbogeneratorda iki gat, pelte görnüşli, gysgaldylan ädimli sarymlar ulanylýar. Olar ýokary we aşaky sterženlerden durýar. Keseden sowadylýan sarymlar tutuş symlardan durýar. Göş-göni sowadylýan sarymlar bolsa içi boş sterženlerden durýar. Az ýitgi bolar ýaly sterženler uly bolmadyk kese-kesikli symlardan saralýarlar. Sym hökmünde elektrotehniki mis ulanylýar. Sterženleri biri-birinden we korpusdan izolirlemek üçin kompandirlenen “B” kalsly termorektiw izoliýasiýa ulanýarlar. Kiçi kuwwatly generatorlarda iki gatly asbst ýa-da çüýşe-süýümlü izoliýasiýa ulanylýar.

Statorlar gymuldanoklar, rotorlar bolsa uly tizlik bilen aýlanýarlar şonuň üçin rotorlary sowatmak problemsy uly bolup durýar.

Rotoryň we statoryň sarymlaryny ýorite frezer stanoklarynda ýonulan fazalarda ornaşdyrýarlar.

Rotora tok bermek ýa-da çykarmak gurşawlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Gidrogeneratorlar – tizligi köp bolmadyk sinhron generatorlardyr. Beýle az tizlikde 50 Gs ýylylyk almak üçin olaryň diametrlerini örän uly ýasamaly bolýar. Hidrogeneratorlaryň tizlikleri minutda bir näçe onlukdan bir näçe ýüzlüğe çenli bolup bilýärler. Beýle diýdigi olaryň

polýuslarynyň sany onlarda hat-da ýüzlere ýetip bolýar diýiligidir.

Iň uly gidrogeneratoryň kuwwaty 640 MWt-dyr. Häzir 1000 MWt-lyk gidrogenerator ýasalýar.

Gidrigeneratorlaryň tizligi suw basseýniniň suwunyň basyşyndan we möçberinden baglydyr.

Gidrogeneratorlar iki hili ýasalýarlar :

1. Wertikal okly ;
2. Gorizontal okly

Orta we ýokary kuwwatly gidrogeneratorlar wertikal görnüşlidir. Olar bir sany alyanç podşipnikli (подпятник) edilip ýasalýarlar bu podşipnik hem gidroturbina hem gidrogenetator üçin umumy bolýar we ähli ýüki öz gerdeneine alýar.

Bu ýükler turbinanyň, generatoryň we suwuň agramlaryndan durýarlar. Podşipnik ähli agramy krestawina geçirýär rotora täsir edýän redial gäýçleri ikisany ugrukdyryjy podşipnikler kabul edýärler. Bu podşipnik rotory wertikal görnüşde saklamaga mümkinşilik döredýärler. Gidrogeneratorlar asma we zond (saýawan) görnüşli bolýarlar. Asma görnüşli gidrogeneratorlarda podýatnik rotoryň ýokarsynda ýerleşýär, saýawan görnüşli-de bolsa-rotordan aşakda ýerleşýär. Uly diametrli gidroagregatlarda, ýagny kuwwatly, ýuwaş ýöreyän generatorlarda saýawan görnüşli ulanylýar. Bu krestowinanyň ölçeglerini kiçeltmäge mümkinçilik berýär.

Gidrogeneratorlaryň rotorlary turbogeneratorlardan tapawutlylykda anyk (görünip duran) polýusly bolýar. Gidrogeneratorlaryň köpüsinde rotorda dempfer sarym edilýär. Ol sarym mis ýa-da latun sterženlerden ýasalyp ýarym ýapyk paralelda ýerleşdirilýär. Olaryň soňlary mis ýa-da latun segmentler bilen binikdilýär.

Gidroakkumulirleýji stansiýalarda ornaşdyrylan gidrogenerator iki düzgünde işlemeli bolýar : nasos hem generator hökmünde. Olar nasos (dwigatel) düzgünde

işlänlerinde basym-basymdan işe goýberilmeli bolýar. Goýberiş togy bolsa özär uly. Şonuň üçin olaryň konstruksiýasy bu düzgüne tap gelen ýaly edilip ýasalýarlar.

1.2. Häzirki zaman sinhron generatorlaryň esasy parametrleri

Bulara X_d – sinhron reaktiwlik, X'_d – geçirli reaktiwlik, X''_d – aşageçişli reaktiwlik, statoryň togunyň aperiodiki düzüjisiniň sonmeginiň elektromagnit hemişeligi T_a , toguň aşageçişli düzüjisiniň sonma hemişeligi T'_a rotoryň mehaniki inersiýasynyň henişeligi T_j . Garşylyklar otnositel birlikde, wagt hemişelikleri bolsa sekuntda ölçelýär.

1.3. Ýylylyk kondensasion elektrik stansiýalary

Türkmenistanda elektrostansiýanyň lomaý bölegini şu elektrostansiýalar öndürýärler. Bu elektrostansiýalar Marydan, Büzmeýinde, Balkanabatda, Türkmenbaşyda gurnalandyrlar. Marygresiň bir blogynyň kuwwaty 210 MWt deňdir. Şeýle bloklaryň bolsa 8 sanysy gurnalandyr. Täze kondensasion stansiýalarda tygşytly bugturbinalaryň parametrleri 24 Mpa we 400/565⁰S bolýar. Olarda aralyk bug gyzdyryjylar goýlandyr. Agregatlaryň kuwwatlary 300, 500,800 we 1200 MWt ýetýär. Olar ýükleme grafiginiň bazisini düzýärler. Gurnalan kuwwatlary ulanmagyň dowamlylygy olarda $T_{\varphi} = \omega/P_G = 500$ ýyl we ondan hem ýokary polýar.

Bu elektrostansiýalar, bloklardan durýarlar. Her blok bug generatoryndan, turbinadan, elektrik generatoryndan we ýokarlandyryjy transformatorndan durýar. Bloklaryň arasynda kese baglanyşyk ýok, ýagny, olaryň bug we suw geçirijili baglanyşygy bolmaýar. Olar aralyk bug gyzdyryjylar bolanda elektrostansiýanyň konstruksiýasyny has çyşyrymlaşdyrýar. ES generatorlaryň arasynda hem ýygnaýjy şinalar görnüşde

kese baglanyşyklar ýok. Bu gysga utgaşmanyň toguny çäklendirmäge mümkinçilik berýär. Generatoryň naprýaženiýesi gös-göni 110-750 kW çenli ýokarlandyrylýar, aýratyn bloklar özara diňe ýokary naprýaženiýede birleşdirilip biliner. Ol ýerde energiýa ýokary setlere berilýär.

Köplenç kondensasion stansiýalar ýangyjyň çykýan ýerinde gurnalýar. Emma gaz ulanylmagy sebäpli bu stansiýalar ýangyjyň çykýan ýerinde uzaklarda hem gurnalyp biliner. Bu stansiýalary gurmagyň esasy şerti suwuň ýakynynda bolmagydyr. P.t.k. 0.32-0.40.

Bu elektrostansiýalar manýowrly däldir. Olary işe goýbermek we sinhronizasiýa geçirmek 3÷6 sagat talap edýär. Şonuň üçin bu stansiýalary deň grafikli ulgamlarda gurnamak maksada laýykdyr. Bu stansiýalar gurşap alan atmosferany hapalaýar, “parnik” effektini döredýär.

1.4. Sinhron kompensatorlar. Olaryň parametrleri we goýberiliş shemalary

Sinhron kompensator-bu ýüksiz işleýän sinhron dwigateldir. Ol oýandyryjy toguň ululygyndan baglylykda ýa-da reaktiw togy Setden kabul edýär. Birinji düzgünde ol aşaoýandyrylan ýagdaýda, ikinjisinde bolsa pesoýandyrylan ýagdaýda işleýär. Olar bu düzgünleriň ikisinde hem işläp bilýär.

Köplenç sinhron kompresolar rotory anyl poýuly görnüşli taýýarlanýarlar. Konstruksiýasy boýunça olar gidrogeneratorlara meňzeşdirler, tapawudy bolsa olaryň waly garizontlar ýagdaýda ýerleşýärler. Bu konstruksiýa olaryň massasyny, ölçeglerini we bahasyny azaltmaga mümkinçilik berýär, olaryň montajy we remonty ýeňilleşýär, fundamenti ýönekeý we arza bolýar.

Olaryň parallel işländäki durnuklylygy ýokarlandyrmak üçin olaryň inersiýa momentini mümkin boldygyça uly edýärler. Şonuň üçin olaryň aýlaw momenti az bolmagyna garamazdan olaryň walynyň ölçegleri uly bolýar. Wallary uly berklik üçin enjilen görnüşde edilýärler.

Sinhron kompresatorlar minutda 750 we 1000 aýlaw tizlige ýasalýarlar. Olaryň, tok öňde bolan ýagdaýyndaky kuwwatlary : 10 ; 16 ; 25 ; 32 ; 50 ; 100 ; 160 ; 320 MWt. Anyk däl rotorly sinhron kompensatorlar ýitginiň we bahasynyň köplügi zerarly goýberilmeýärler.

Olary işe goýbermegi aňsatlaşdyrmak üçin olar ýörite goýberiji sarym bilen ýasalýarlar. Bu sarymlar edilen sterženler ýasalýarlar (latun, alýuminli bronzadan) başgalar. Bu goýberiş momentini ýokarlandyrýar. Sterženler ýarym çykýan ýerleri mis ýa-da latun segmentler bilen gysgautgaşdyrylýarlar. Goňşy polýusynyň segmentleri gysgautgaşdyrylan gurşawa birikdirilýärler. Bu sterženleriň we segmentleriň kese-kesigini goýberme togunyň ululygy we dowamlylygy boýunça saýlap alýarlar.

Reaktiw kuwwaty kabul edýän sinhron kompensatorlaryň (50% gowrak) gysygy plitalary, banda gurşawlary magnit däl materialdan ýasalýarlar. Bu gysmaklygy we kuwwat ýitgilerini azaltmak üçin edilýär.

1.5. Sinhron generatorlaryň we kompensatorlaryň sowadyş oýandyryş ulgamlary

Sowadyş ulgamy maşynda bölünip çykýan ýylylygy daşky sreda geçirmek üçin niýetlenendir. Bu ýagdaý statoryň we rotoryň magnit ulgamlaryna we sarymlaryna bilelikde degişlidir. B klasly izoliýasiýa ulanylanda goýberip bolýan temperatura sowadyş ulgamyndan we başgalardan baglydyr we topar üçin 100-130 °S, statoryň sarymy üçin 120-140 °S we aktiw polat üçin 120 °S deňdir.

Ähli sowadyş ulgamlaryny keseden we gös-göni sowatmak usullaryna bölüp bolar. Bir näçe maşynlar garyşyk lesul bilen hem sowadyp biliner. Sowadyş serişdeleri hökmünde howa, wodorod, suw we ýag ulanylýar.

1.6. Keseden sowadyş ulgamlary

Keseden sowadylanda gaz (howa ýa-da wodorot) rotoryň we statoryň aralygynda hem-de statoryň serdeçniginiň wentilýasion kanallarynda hereket edýär. Şonuň üçin statoryň we rotoryň sarymlarynda bölünip çykýan ýylylyk sowadyjy gaz tarapyndan diňe ol statoryň polatlaryndan hem-de fazo izoliýasiýasyndan geçende sorulyp alynýar. Bu ýagdaýda izoliýasiýanyň, aktiw poladyň içinde we kanalyň üstünde temperaturanyň üýtgemesi bolýar. Bu sarymyň temperaturasy bilen sowadyjy gazyň temperaturasynyň tapawudyna deňdir Ö-Ö°. Maşynda goýberip bolýar kuwwat ýitgisi we maşynyň kuwwaty goýberip bilýän temperaturanyň üýtgemesinden baglydyr. Bu bolsa esasan izoliýasiýanyň häsiýeti bilen kesgitlenilýär.

Howa bilen keseden sowatma akyp geçýän we ýapyk görnüşli bolup bilýär. Akyp geçýän görnüşde howa filtrden geçen soň ýapyk maşyna girýär, sowadýar, soň bolsa daşyna çykarylýar. Bu sowadyş uly bolmadyk maşynlar üçin ulanylýar. Bu sowadyşda maşynyň içinde filtriň bardygyna seretmezden howa bilen tozan hem girýär. Uly kuwwatly maşynlar üçin diňe ýapyk görnüşli sowadyş ulanylýar. Bu sowadyş usulynda maşynyň içinde diňe şol bir arassalanan howa alynýar. Gyzan howa sowadyjyda sowan soň ýane-de maşyna berýär.

Keseden sowatma usuly torbo we gidrogeneratorlaryň 12 MWt kuwwatyna kompensatorlaryň hem 16 MWt kuwwatyna çenli ulanylýar.

Wodorot bilen kesenden sowatma diňe ýapyk görnüşli bolýar. Bu usul kuwwatlyklaryň köpemesi zerarly howa bilen sowatma usulynyň ýetmezçilikleri sebäpli ulanylýar. Bu usulda wodorot maşynyň berkitmelerinden syzyp çykmaz ýaly derejede ýasalmaly. Şonuň üçin bu usul gidrogeneratorlar üçin ulanylýar. Wodorodyň howa bilen deňeşdirilende artykmaçlyklary bu ýylylyk geçiriji 7 esse köp, 14 esse dykzylygy az. 144 esse üst ýylylyk berijiligi köp.

Wodorodyň ýetmezçiligi ol ýarylma howpuny döredýär. Muny fazadan aýyrmak üçin wodorod 70 % köp bolmaly. Ondanam başga wodorod ulanylanda maşynyň korpussy özara berk bolmaly. Häzirki wagtda wodorod bilen kesenden sowadylýan turbogeneratorlaryň kuwwaty 32-deň 110 MWt çenli we kompensatorlar bolsa 32 Mba we ondanam uly kuwwatlyklarda bolýar.

Gös-göni sowatma ulgamlary. Bu usulyň aýratynlygy, sowadyjy serişde diňe statoryň we rotoryň polatlarynyň içi bilen geçmek bilen çäklenmän, olar simleriň içi bilen hem geçýär.

Bu usulda ýylylyk sarymlarynyň misinden göni sowadyjy gaza ýa-da suwuklyga geçýär. Bu ýagdaýda temperaturasynyň peselmesi diňe sowadylýan üst bilen sowadyjy sredanyň arasynda bolýar. Şonuň üçin usulyň mümkinçilikleri gaty uly.

Gös-göni sowatma usulynda köplenç sowadyjy serişde hökminde wodorod suw ýa-da ýag ulanylýar. Bu usulyň artykmaçlygy esasanda simlardaky toguň dykzylygyny örän köpeldip bolýar. Şonuň üçin şol bir ölçegli generatorlarynyň kuwwatyny 3 esse köpeldip bolýar. Gös-göni sowatmaklyk usuly bilen goýberilýän turbogeneratorlar hökmünde TWF, TGW, TŽW, TWM,-generatorlary getirmek bolar. TWF generatorlarda stator kese sowadyşly, rotor bolsa göni. Sowadyjy wodorod. TGW-rotor we stator göni wodorod

sowadyjyly. TŽW-göni suw bilen sowatma. TWM-serdeçnik we stator sarymy göni ýag bilen sowatma, rotoryň sarymy-göni suw bilen.

1.7. Oýandyryjy ulgamlar

Oýandyryjy ulgam sinhron maşynyň oýandyryjy sarymyny tok bilen üpjün etmek we toguň bahasyny geregiçe sazlamak üçin niýetlenendir. Oýandyryjy ulgam nominal oýandyryjy naprýaženiýäniň we oýandyryjy toguň bahasy bilen häsiýetlendirilýär. Oýandyryjy ulgama bildirilýän esasy talaplar: forsirowka mümkinçiligi; çalt herekete gelmegi; maşyny basym magnitsizlendirme.

Häzirki generatorlaryň oýandyryjy naprýaženiýesi 80-600 W aralygynda bolýar. Nominal oýandyryjy tok generatoryň kuwwatyndan bagly.

Ähli oýandyryjy ulgamlary aşakdaky usullara bölmek bolar:

1. Energiýa çeşmesi hemişelik togyň generatory bolan oýandyryjy ulgamlar.
2. Energiýa çeşmesi üýtgeýän toguň generatory bolan oýandyryjy ulgamlar.
Üýtgeýän tok soň hemişelik toga öwrülýär.
3. Generatoryň öz energiýasyny ulanýan oýandyryjy ulgamlar. Bu naprýaženiýe soň transformatorlaryň we göneldijileriň kömegi bilen hemişelik toga öwrülýär. Birinji we ikinji oýandyryjy baglanşyksyz, üçünji bolsa baglanşykly ulgamlardyr.

1.8. Hemişelik toguň oýandyryjysy bolan elektromaşyn oýandyryjyly ulgamlar

Bu ulgamlarda oýandyryjy hökmünde hemişelik toguň generatory ulanylýar. Bu generatorlar ýa-da öz-özünden oýandyrmak usuly bilen ýa-da baglanyşyksyz oýandyryjy usul bilen oýandyrylýarlar. Soňky ýagdaýda oýandyryjy generatoryň oýandyryjy sarymy iýmitlendirmek üçin goşmaça generator (kiçi oýandyryjy) ulanylýar. Bularyň köp ýaýrany öz-özünden oýandyрма usulydyr. Sebäbi ol arzan hem-de ähtibarlydyr. Oýandyryjynyň oýandyryjy togy ýörite sazlaýjylaryň kömegi bilen ugradylýarlar.

Eger oýandyryjy sinhron generator bilen bir walda otursa, onda oňa göni oýandyryş diýlýär, eger ol başga dwigateliň walyna bolsa, onda oňa keseden oýandyrylyş diýilýär. Birinji usulyň artykmaşlygy ol arzan hem berk. Ýöne oýandyryjyny remont etmek üçin sinhron generator duruzmaly bolýar. Ondan hem başga bu usuly bolmadyk sinhron generatorlar üçin ulanyp bolýar. Mysal üçin $750^{a\text{law}}/\text{minut}$ tizlikli oýandyryjylaryň kuwwat çägi 2500-3600 kWt, $300^{a\text{law}}/\text{minut}$ tizlikde bolsa 300-500 kWt bolýar.

Bu bolsa sinhron generatorlaryň 110-160 MWt kuwwatyna çenli ulanmak bolýar diýdigidir. Artizlik oýandyryjylaryň kuwwat çägi onuň ölçegleri we napryaženiýäniň ösýän tizligi bilen çäklendirilýär. Görkezilen sebäplere görä sinhron turbo we gidrogeneratorlaryň walynda oturanuly kuwwatly elektromaşyn oýandyryjylaryň döretmek mümkin däl.

Keseden oýandyрма usuly hem baglanyşyksyz we baglanyşykly bolup bilýär. Emma bularyň hemmesiniň bahasy ýokary we ygty-barlygy pes polýar. Bu usul diňe uly bolmadyk kuwwatly gidrogeneratorlar üçin ulanylýar. Olaryň baglanyşykly görnüşli sinhron kompensatorlary, kapsully generatorlary we generatorlaryň rezew oýandyryjysy hökmünde ulanylýar.

Elektromaşyn oýandyryjylaryň wagt hemişeligi uly, olaryň potolok naprýaženiýesi pes (2 ufnom). Bu ýetmezçilikleri sebäpli olar başga oýandyryjylar bilen çalşyrylýarlar.

1.9. Üýtgeýän toguň oýandyryjysy we ýarymgeçirijili göneldijili oýandyryjy ulgamlar

1. Ýokary ýygyllykly oýandyryjyly we goranmaýan göneldijili ulgam. Muňa “ýokary ýygyllykly” oýandyryjy hem diýilýär. Oýandyryjynyň ýygyllygy 500 Gs. Bu oýandyryjylar 160-320 MWt kuwwatly turbogeneratorlarda goýulýarlar. Olar galtlygy boýunça elektromaşyn ulgamlar ýalydyr.
2. 50 Gs oýandyryjyly we statiki göneldijili ulgam. Bu usulda oýandyryjy hökmünde goşmaça sinhron generator ulanylýar. Göneldiji hökmünde tiristorlar ulanylýar. Goşmaça generator esasy generator bilen bir walda oturýan. Bu oýandyryjylar ýokary naprýaženiýe potology hem tiristor ulanylýanlygy sebäpli ýokary çaltlykly bolýarlar. Gowy tarapy işden çykan tiristorlary generatory duruzman galşyp bolýar. Ondanam başga 2 tiristor toparynyň ulanylýanlygy sebäpli esasy generatory magnitsyzlandyryp bolýar. Ýetmezçilik-üýtgeýän toguň generatorynyň barlygy. Bu gurnamanyň ekspluatasiýasyny kynlaşdyrýar we gurnamanyň bahasyny ýokarlandyrýar. Olar 250-300 MWt gidro we turbogeneratorlar üçin ulanylyp biliner.
3. 50 Gs oýandyryjyly we aýlanýan göneldiliji ulgam (şertkasyz) Bu ýerde hem goşmaça sinhron generator

(50Gs) ulanylýar. Ol generator ýörite konstruksiýalydyr. Onyň oýandyryjy sarymy statorda ýerleşýär. Üç fazaly sarym bolsa rotorda ýerleşýär. Hemişelik magnitli induktor tipli kiçi oýandyryjy esasy oýandyryjynyň oýandyryjy sarymyny iýmitlendirýär. Ilki tok göneldilýär. Üç fazaly tok aýlanýar ýarym geçirijileriň kömegi bilen göneldilýär. Gowy topary kollektoryň, gurşawyň we şertkalaýyn ýoklugy sebäpli ygtybarlygy ýokary. Kem tarapy – işden çykan tiristorlary çalyşmak üçin esasy generatory duruzmaly bolýar. Bu usul 800 MWt turbogeneratorlar we 50 MWA kompensatorlar üçin ulanylyp biliner.

4. Statiki göneldijili öz-özünden oýanýan ulgam. Tiristor ulanylýanlygy sebäpli bu ulgam çalt herekete gelýän ulgamdyr. Bu usulda tiristorlara naprýaženiýe esasy generatoryň stator zynjyryndan peseldiji transformatoryň üsti bilen berilýär. Tiristorlar iki topardan durýar. Birinji topar – içki topar, ikinjisi bolsa forsikowka üçin. Gowy tapary onuň ýönekeýligi. Ýetmezçiligi gysga utgaşma döwründe tiristorlaryň naprýaženiýesi peselýär. Şonuň üçin yzygider birikdirilen, transformator ulanylýar. Yzygiderli transformersyz warianty turbogeneratorlaryň 220 MWt çenli gidrogeneratorlaryň 300 MWt çenli, şol transformatorlysy bolsa turbogeneratorlaryň 320-800 MWt çenli, gidrogeneratorlaryň bolsa 400 MWt çenli ulanylýar.

2. Elektrik stansiýalarda we podstansiýalarda ulanylýan transformatorlar we awtotransformatorlar. Olaryň esasy parametrleri, işleýiş düzgünleri, onstruksion aýratynlyklary. Olary saýlap almakly

Generatorlarda işlenip çykarylýan elektroenergiýa kabul edijä baryança 4-5 gezek transformatorlardan geçýär, beýle diýdigi t_2 -ryň p.t.k. uly bolmagyna garamazdan olarda käbir ýitgileri döretýär. Şonuň üçin mümkin boldugyça t_1 -lar başgançagyny azaltmak gerek.

Transformatorlar üç fazaly we bir fazaly edilip ýasalýarlar. Ondan başga-da olar iki we üç sarymly edilip ýasalýarlar.

Üç fazaly transformatorlaryň yktysady görkezijileri ýokary, şonuň üçin olar köp ulanylýar. Bir fazaly t_1 -lar 500 kW ýokary napryženiýeli, uly kuwwatlyklarda ulanylýar.

T_1 -lar aşakdaky şkala boýunça ýasa; ýarlar :

10	-	16	-	25	-	40	-	63	-
100	-	160	-	250	-	400	-	630	-
1000	-	1600	-	2500	-	4000	-	6300	-
10000	-	16000	-	25000	32000	40000	-	630000	80000
100000	1250000	160000	200000	250000	320000	400000	500000		800000
1000000	1250000								

T_r –lara esasy bildirilýän talap ýokary yktysady görkeziji we ygtybarlykdyr. T_r -lardaky ýitgiler. Baş işländäki ýitgiden we gysga utgaşmanyň ýitgisinden durýar. Magnit geçirijidäki ýitgini azaltmak üçin ony uglerody az saklaýan sowuk prokatra edilen listlerden ýygnaýarlar. Listleriň galyňlygy 0.35mm G.u. ýitgisini azaltmak üçin sarymlary tartar symlardan ýygnaýarlar, olar bir-birinden izolirlenýärler.

Gyzga utgaşma naprýaženiýesi. Bu naprýaženiýe diňe t_r -ryň öz garşylygyna düşýär. Ol sarymyň ölçeglerinden, ýa-da onuň nominal naprýaženiýesinden we kuwwatyndan bagly. Eger U_k kiçi bolsa, onda ondaky ýitgi a_a bolşar, ýöne gysga utgaşma wagtynda toguň ululygy ýokary bahalara baryp ýetýär. Bu bolsa t_r -ryň dinamiki we tehniki durnuklylygyny peseltýär. Şol sebäpli bu parametrleriň optimal bahalaryny gazanmak gerek bolýar. T_r -nyň naprýaženiýesi we kuwwaty uly bolsa onuň U_k hem uly bolýar. M.Ü : 10-35 kW naprýaženiýeli 6300 kWa çenki t_r -ryň $U_k=5.5\div7.5\%$, 110-500 kW naprýaženiýeli uly kuwwatly t_r -laryň $U_k=10-15\%$ bolýar.

T_r -nyň sarymlarynyň izolýasiýasy synag edilýän naprýaženiýeleriň bahasy bilen kesgitlenýär. Ondanam başga, olar neýtrallaryň iş düzgüninden we zarýatsyzlandyryjylaryň häsiýetleri bilen kesgitlenýär. Mysal üçin 110 kW-dan ýokary naprýaženiýeli t_r -laryň ýere birikmäýän tarapyň izolýasy doly naprýaženiýä hasaplanýar. Ýere birikýän tapary bolsa az naprýaženiýä hasaplanýar. Bu sarymlar iki kosentri görnüşde ýasalýar. Daşky konsent iki bölekden durýar. Olar bir-biriniň üstünde ýerleşýär, we bir-biriniň tersine saralýarlar. Sarymyň böleklerini parallel birikdirýärler, çykýan ujyny ortadan çykarýarlar. Bu sarymyň iki gyrasynyň izolýasiýasyny ýenli ýasamaga mümkinçilik berýär.

Üçsarymly esasan peseldiji transformatorlar hökmünde ulanylýarlar. Olaryň kuwwaty 100 MA çenli ýokary naprýaženiýesi bolsa 220 kW çenli bolýar. Ýokary, orta we pes naprýaženiýeli sarymlaryň kuwwat gatnaşyklary 1000/100/100, 100/100/67 we 100/67/100% bolýarlar. Orta we pes

naprýaženiýe sarymlaryň ýükleriniň jemi t_r -ryň nominak kuwwatyndan geçmeli däl. Sarymlary sterženlerde konsentriki ýagdaýda aşakdaky yzygiderlikli edip ýerleşdirýärler : sterženiň daşyndan pes sarym, onuň daşynda orta we iň daşynda hem ýokary naprýaženiýeli sarym ýerleşdirilýär. Bu hili ýerleşdirilende, orta sarymyň g.u. si minimak bolýar. Bu bolsa uly kuwwaty orta naprýaženiýede bermeklige mümkinçilik berýär. Pes we ýokary sarymlaryň arasyndaky U_k iň ulusy bolýar. Bu pes tarapda dörän gysga utgaşmanyň togyny çäklendirmäge mümkinçilik berýär.

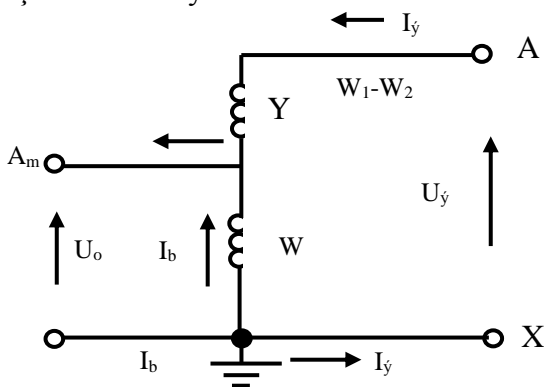
Üç sarymly transformatoryň bir görnüşi hökmünde pes naprýaženiýesi ikä bölünen transformatorlary görkezmek bolar. Şahalaryň naprýaženiýeleri bir deň, kuwwatlary bolsa nominal kuwwatyň ýarsyny düzýär. Olar üçşahaly hem bolup biler. Sehalanan sarymly transformatorlaryň artykmaçlygy, olaryň şahalarynyň arasyndaky garşylyk köp bolýar, bu bolsa g.u. togyny çäklendirmäge mümkinçilik berýär.

Şahalanan sarymly transformatorlar ýokarlandyryjy bolanda, elektrostansiýalarda ulanylýarlar we her şahasyna bir generator (gidro) birikdirilýär.

3. Elektrostansiýalarda we podstansiýalarda ulanylýan awtotransformatorlar

Iki sarymy elektriki birleşdirilen köp-sarymly transformatorlara awtotransformatorlar diýilýär. Energiýa ulgamlarynda üçsarymly awtotransformatorlar ulanylýar. Olar ýa-da üçfazasy, ýa-da sany bir topara birikdirilen bir fazaly awtotransformatorlar bolýarlar. Olar 110 kW ýokary naprýaženiýeli, ýere effektiv birikdirilen setlerde yktsady görkezijileri transformatorlardan ýokary bolanlygy üçin ulanylýarlar. Şu ýagdaýda olaryň naprýaženiýesiniň gatnaşygy 3-4 köp bolmaly däl.

Iki sarymly, birfazaly shemalary öwrenmekden başlamak amatly.



3.1-nji surat. Awtotransformatoryň shemasy.

A-A_m saryma yzygider diýilýär. A_m-X-saryma bolsa umumy sarym diýilýär. A_{yja} ýokary naprýaženiýeli üç diýilýär. A_{myj} orta naprýaženiýeli $U_ç$ diýilýär. Üçfazaly awtotransformatorlaryň sarymlaryny neýtraly X ýere birikdirilen ýyldyz görnüşli birikdirýärler.

Awtotransformatorlaryň iki sarymynyň sanyny W_1 diýip, umumy sarymyň sanyny bolsa W_2 diýip belläliň. Onda

yzygider sarymyň sany W_1-W_2 bolar. $N=W_1/W_2$ gatnaşyga transformasiýa koeffisiýenti diýilýär.

Yzygider we umumy sarymlary awtotransformatoryň birinji we ikinji sarymlary hökmünde kabul edip bolar. Transformatorlarda ähli kuwwat birinji sarymdan ikinji saryma diňe magnit meýdany tarapyndan berilýär. Awtotransformatordaky bolsa kuwwatyň bir bölegi transformasiýa edilmezden umumy we yzygider sarymlaryň arasynda elektriki baglanşygyň barlygy sebäpli gönü berilýär. Awtotransformatoryň birinji tarapyndan ikinji tarapyna berilýän doly kuwwata geçelge kuwwaty diýilýär. Magnit meýdany tarapyndan berilýän kuwwata bolsa transformator kuwwaty diýilýär. Surata laýyklykda geçme kuwwaty :

$$S_g = U_y I_y \approx U_o I_o \quad (3.1)$$

Transformator kuwwaty :

$$S_{Tr} = (U_y - U_o) I_y \approx U_o (I_o - I_y) \quad (3.2)$$

Geçme we transformator kuwwatlaryň jemi :

$$S = S_{Tr} + S_g = (U_y - U_o) I_y + U_o I_y = U_y \cdot I_y \quad (3.2)$$

Transformator kuwwatyň geçme kuwwatyna gatnaşygyna kysymly kuwwatyň koeffisiýenti diýilýär :

$$K_{kys} = S_{Tr}/S_g = (U_y - U_o)/U_o = I - U_o/U_y \quad (3.3)$$

Awtotransformatoryň nominal kuwwaty diýilip onuň geçme kuwwatyna aýdylýar. Nominal kuwwata degişli transformator kuwwata kysymly kuwwata diýilýär. Awtotransformatoryň ölçeglerini we massasyny transformator kuwwaty kesgitleýär. Eger U_o/U_y geçme kuwwatyna

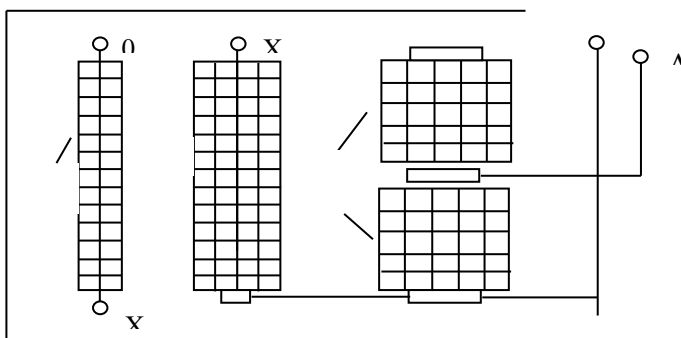
transformator kuwwaty kiçi bolýar. Şonuň üçin transformatory awtotransformator bilen çalyşmak amatly bolýar.

Awtotransformatoryň transformatordan artykmaçlygy aşakdakylarda ybarat :

1. Awtotransformatorlary ýasamak üçin az polat we izolýasion materiallar gerek, şonuň üçin bahasy arzan.
2. Awtotransformatorlaryň kuwwat ýitgisi az, p.t.k. bolsa köp.
3. Awtotransformatorlaryň göwrümi kiçi, bu bolsa olary uly göçme kuwwatly edip ýasap bolýar, transpost etmek aňsat.

Güýç awtotransformatorlary pes naprýaženiýeli üçin sarym bilen üpjün edilýärler

(6-36kW). Olar üçburçly görnüşinde birikdirilýärler. Bu sarymlary ulanmaktan esasy maksat üçe kratly bolan ýokary garmonikalary ýok etmek. Ondanam başga nul yzygiderlikli garşylyk azalýar. Bu sarymy köplenç ýerli energiýä sarp edijileri birikdirme we generator ýa-da kompensator birikdirmek üçin ulanýarlar.



3.2-nji surat. Awtotransformatorlaryň sarymy.

P-pes naprýaženiýeli sarym ;

U-umumy sarym ;

y – yzygider sarym.

Pes naprýażeniýedäki sarym awtotransformatoryň ölçegleri, massasyny we bahasyny ulaltýar. Eger pes naprýażeniýeli sarym ýokarygarmonikany ýok etmek we nul garşylygy azaltmak üçin ulanylsa, onda onuň kuwwaty kysymly kuwwatyň $\frac{1}{3}$ düzýär we termiki we elektrodinamiki durnuklylyk talapyndan kesgitlenýär. Eger bu sarymy ýene-de generator birikdirmek üçin ulanylsa, onda onuň kuwwatyny kysymly kuwwata çenli ulaldylmaly bolýar.

Awtotransformatoryň esasy kemçiligi onuň g.u. naprýażeniýesi kiçi bolýar, şonuň üçin onuň g.u. togy uly bolýar. Bu kemçiligi ýok etmek üçin onuň sterženleriniň diametrini kiçeltýärler we sarymlaryň arasyndaky aralygy ulalýarlar. Bu sarymlaryň ýene bir kemçiligi, bu ýokary naprýażeniýeli tarapda g.u. bolsa, onda orta naprýażeniýedäki simleriň ýere naprýażeniýesi üýtgeýär. Ýere birikdirilmedir sarymlarda şonuň üçin naprýażeniýe aşu bahalara baryp ýetýär. Bu bolsa ýere birikdirimeýän şertlerde awtotransfory ulanmaga mümkinçilik bermeýär.

Awtotransformatoryň ýokary tarapynda bolýan aşu naprýażeniýeler, olaryň orta sarymanda uly naprýażeniýe döreyär (transformatorlara garanda). Şol sebäpli bu ýagdaýy izolýasiýany hasaplanda göz önünde tutmaly. Ondanam başga awtotransformatörler pes we orta naprýażeniýe tarapyndan zarýadsyzlandyryjylar. Bilen goralmaly. Olar aýryjylara çenli birikdirilmeli

4. Öçüriji apparatlara dugaly zarýatsyzlanma. Dugany öçürmegiň şertleri

Öçürijiniň kontaktyny aýyranymyzdan onuň togy şol pursatda kesilmeýär. Sebäpli Lensiň kanunyna laýyklykda zynžyrda e.h.g. $I_E = - L^{di}/dt$ döreýär. Ol bolsa toguň üýtgemekligine päsgel berýär. Tok özüne gazly aralyk bilen ýol tapýar we kontaktlaryň arasy elektrik duga bilen örtülýär. Togy kesmek üçin dugany öçürmeli bolýar. Elektriki duga, ýa-da dugaly zarýatsyzlanma diýip, daşyndan goýulýan ionizatory bolmadyk özbaşdak zarýatsyzlanma diýilýär. Duganyň aýratynlygy, bu onuň togunyň dykzlygy uly bolýar we katodyň ýanynda naprýaženiýäniň üýtgemesi kiçi bolýar. Biziň seretýän dugalarymyz uly basyşda, ýagny atmosfera we ondan ýokary basyşlarda bolup geçýär.

Üýtgeýän toguň zynjyrynda duganyň öçmegi üçin amatly şertler periodyň dowamynda 2 2 (iki) gezek döreýär. Ýagny tok nuldан geçýän mahalyna ýakynlanda duganyň öçmegi üçin amatly şert döreýär. Bu pursatda duganyň diametri, temperaturasy we gazyň ionizasiýasy uly drejede kiçelýär. Belli bir pursatda tok nula gelýär we dugany zarýatsyzlanma kesilýär. Ýöne zynjyr entek kesilenok.

Tok nul bolamsoňam gazly aralykda entek ionlaşan ýagdaýyndan ionsyzlaşan ýagdaýa geçmek dowam edýär. Ýagny gaz geçirijiden dielektrik ýagdaýyna geçýär. Bu pursatda elektrik zynjyrda kontaktlaryň arasyndaky naprýaženiýe az bahasynda setiň naprýaženiýesine çenli ulalýar. Bu prosesler özara baglanşykly bolýarlar. Şondan soň näme boljakdygy duga aralygy bilen zynjyryň özara täsirinden, ýagny gazly aralyga getirilýän energiýa we bu aralykdan ýitýän energiýäniň gatnaşygyndan bagly bolýar. Ýitýän energiýäni ulaltmak üçin duga öçüriji gurnama ulanylýar.

Eger geçiş hadysasy döwründe energiýäniň ýitgisi onuň döreýişinden artyk bolsa, onda duga döremeýär. Eger tersine bolsa onda duga täzeden döreýär we tok ýene ýarym periodyň

dowamynda akýar, soň bolsa özara täsir gaýtalanýar. Şeýlelikde, öçürijiniň esasy funksiýasy dugany öçürmek üçin däl-de onuň täzeden döremegini ýok etmek üçin gerek. Ýagny ol duga aralygy effektiv ionsyzlandyrmak üçin gerek. Munuň üçin gazyň basym, birnäçe mikrosenundyň dowamynda geçiriji bolan ýagdaýyndan dielektrik ýagdaýyna öwrülmeň häsiýeti ulanylýar. Bu bolsa gaz aralygynyň setiniň naprýaženiýesine aňlatýar.

4.1. Öçürijiler. Niýetlenişi. Ýokary woltly öçürijileriň esasy görnüşleriniň häsiýetleri

Öçüriji aparatlar uly toklary öçürmek üçin niýetlenendir. Kuwwatly şertlerde öçürijiniň kontaktlary aýratynda, olaryň arasynda elektriki duga emele gelýär. Öçüriji aparatlaryň esasy maksady şu döran dugany öçürmekden ybaratdyr.

Öçüriji aparatlar aşakdaky görnüşde bolýar.

1. Ýagly öçürijiler
2. Howaly öçürijiler
3. Elegazly öçürijiler
4. Bakýymly öçürijiler
5. Elektromagnitli öçürijiler.

Ýagly öçürijiler. XIX asyryň aýaklarynda peýda bolýarlar we 1930 ýyllara çenli diňe bolýarlar we 1930 ýyllara çenli iki görnüşli bolýalar:

1. Bakly öçürijiler;
2. Az ýagly öçürijiler;

Dugaly aralygy ionsyzlaşdyrmak prosesi olarda bir meňzeş. Olaryň biri-birinden tapawudy kontakt ulgamlary ýere

birigen böleklerden izolirlemekden we ýagyň mukdaryndan ybaratdyr.

Baky öçürijiler. Bu öçürijilerde duga öçüriji gurnama ýagdan doldurylan we ýere birikdirilen bagyň içinde ýerleşdirilýär. Ýag gaz dörediji we izolirleýji serişde hökmünde ulanylýar ol kontaktlary bakdan izolirleýär. Bu öçürijilerde üç polýus hem bir bagyň içine ýerleşdirilýär. Mipal üçin Ý-220-40 öçüriji. Onuň kornysynyň massasy 28 t., ýagyň massasy bolasa 27 t. Bu öçürijiler ýerden 0,5÷0,8m ýokary çykyp duran betonlaryň üstünde gurnalýarlar. Üç polýus umumy elektromagnit priwadys kömegi bilen doldyrylýarlar.

Remont wagty ýagny dökmek üçin ýörüte turbageçiriji we gapa ulanylýar. Kontaktlaryna el ýeter ýaly ýörüte deşikler göz önünde tutulan. Olar ýörüte krysalaryň we boltlaryň kömegi bilen mäkäm ýapylýarlar.

Bakly öçürijiler ýönekeý ýasalýarlar, şonuň üçin olaryň bahasy pes. Olaryň ýene bir aýratynlygy bolsa olarda gurnalan tok transformatorlary bardyrlar. Olaryň kemçiligi köp agramlary we remont etmek üçin köp wagt gereklidir. Öçürme wagty 4 period.

Şu konstruksiýalary öçürijiler 35 we 110 kW naprýaženiýeler üçin hem goýberilýärler.

Az ýagly öçürijiler. Bu öçürijilerde ýag diňe gaz döretmek üçin gerek. Tok geçiriji bölekleri izolirlemek üçin bolsa farfor, aýna plastik, tekstolit we başga izoliýasion materiallar ulanylýar. Az ýagly öçürijiler 6 kW-dan 220 kW naprýaženiýe üçin goýberilýärler. Olar içerde we daşarda gurmak üçin niýetlenendir. Olaryň agramlary az, şonuň üçin remont etmek ýeňil.

35 kW çenli naprýaženiýeler üçin niýetlenen öçürijilerde kontakt ulgamlary we duga öçüriji gurnamalar uly bolmadyk bakjagazlarda ýerleşdirilendir. Bu bakjagazlar fundamentden farfor izoliýatorlar bilen izolirlenendir. Baklar metaldan ýa-da plastikadan ýasalyp biliner. Mysal üçin örän

köp ýaýran BMII-10 öçüriji. (II-asylan). Ol içerde gurnalýan öçürijidir. Onuň öçürme togy 20 kA-den 31.5 kA çenli, işçi togy bolsa 630 A-den 3200 A çenli bolýar. Öçürme wagty 6 period (0.125). Başga mysallary MF-10, MII-10-5000-63Y3. BMT-110, BMT-220, BMY-35 we şuna meňzeşler.

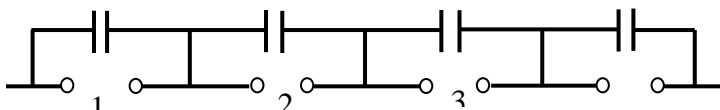
5. Howaly öçürijiler

Bu görnüşli öçürijilerde duga 2-4 МПА we ondanam ýokary basyşly howa akymy bilen öçürilýär. Tertibiniň görkezişi ýaly berlen basyşda bir kesikli duga öçüriji gurnamak üçin naprýaženiýanyň iň uly öçürilýän toga köpeltmek bahasy hemişelik galýar. Bu tok çäklerde üýtgeýän ýagdaýynda hem şeýle. Şonuň üçin bir kesikli gurnamalar naprýaženiýäniň uly bolmadyk bahalary üçin ulanylyp biliner. 220kW we ondan-da ýokary naprýaženiýeler üçin näçe kesikli öçüriji gurnamaly bolmaly. Mysal üçin 4 Мpa basyşly we 10 kW naprýaženiýeli bile kesikli öçürijiler 40 kA çenli togy öçürip bilerler.

220 kW naprýaženiýeli öçürijiler bolmaly.

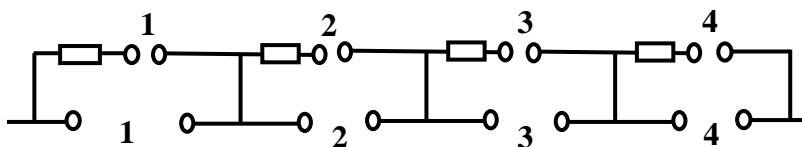
110 kW-dan 1150 kW çenli howaly öçürijiler seriýalaýyn taslama edilýär we olar önüfisirlenen böleklerden ýygnaýarlar. Bularyň içinede iň wajyp element bolup 2-kesikli buga öçüriji modul hyzmat edýär. Bu modullar şertli 110-250 kW naprýaženiýä hasaplanandyr. Ýzygider birikdirilen modullaryň sanyny naprýaženiýäniň ululygyna laýyklykda saýlap alýarlar.

Köp kesikli öçürijileriň kanagatlanarly işlemeginiň şerti bolup öz ululygyny dikeldýän naprýaženiýäniň kesikleriň arasynda, deň paýlaşylmagy hyzmat edýär. Ýörüte çäreler görülmese bu naprýaženiýeler kesikleriň arasynda deň paýlanmaýar. Bu bolsa forfor kollonalaryň ýer bilen, aralykdaky sygymynyň barlygy bilen, aralykdaky sygymynyň barlygy bilen düşündirilýär. Islendik ýylylykda dikeldýän naprýaženiýäniň kesikleriň, arasynda dikeldýän naprýaženiýäniň kesikleriň, arasynda deň paýlanmagy üçin sygym bölüjileriň ulanylmagy maksada laýykdyr. (surata seret).



5.1-nji surat. Kesikleriň arasyndaky sygymlaryň shemasy.

Dikelyän naprýaženiýäniň tizligine bagly howaly öçürijilerde şuntirleýji rezistorlar ulanylýar. Bu rezistorlar her kesige paralel edilip birikdirilýär. (surata seret).



5.2-nji surat. Kesikleriň arasyndaky sygymlaryň

Her kesikde goşmaça uly bolmadyk öçüriji gurnama hem gerek (1,2,3,4).

Bu gurnama ugradyjy togy öçürmek üçin gerek. Howaly öçürüjileriň mysaly hökmünde WWB hili öçürijini getirme bolar. Bu öçürijiler 110-dan 750 kW naprýaženiýeler üçin ýasalýarlar. Bir taraplaýyn üflenýän we iki kesikli duga öçürijili modulyň şertleri naprýaženiýesi 110 kW. Şonuň üçin 110, 220, 330, 500 we 750 kW üçin modullaryň sany degişlikde 1, 2, 4, 6 we 8 bolýarlar. Modullary farfor izolýatorlary kolonnalaryň üstünde ýerleşdirýärler. 110 kW öçürijiler bir modully we bir kolonnaly bolýarlar. 220-750 kW öçürijiler bolsa her kolonnada iki modul saklaýarlar. Olar bir-biriniň üstünde ýerleşendirler we yzygider birikdirilendirler. 110, 220 we 500 kW naprýaženiýeler üçin basyş 2 Mpa , 750 kW üçin 2.6 MPA ; 330 kW üçin bolsa 2 we 2.6 MPA bolýar. 110, 220 kW öçürijiler 50-100 Om garşylykly şunt bilen üpjün edilendir, 330, 500 we 750 kW öçürijiler bolsa şuntirleýji rezistorlary

saklamaýarlar. Bu serýaly öçürijileriň nominal öçürme toklary 31.5-dan 40 kA çenlidir.

Bu çürijileri ugrudymak üçin onuň esasynda ýerleşdilen pnevmatiki priwod ulanylýar.

Howaly öçürijileriň başga mysallary hökmünde BBK (4 Mpa), BHB (110-1150 kW) öçürijileri getirmek bolýar. Generatorlary öçürmek üçin BBT-20 seriýaly howaly öçürijler ulanylýar.

$$25 \text{ kW}, I_n=20\text{kA}, I_n=16\text{-kA}, \text{ basyş } 2 \text{ Mpa}. \quad (5.1)$$

6. Wakuumly öçürijiler

Wakuumyň elektrik berkligi beýleki serişdeleriňkiden örän ýokary bolýar. Bu elektronlaryň, atomlaryň we mollekullaryň orta erkin ulgam uzynlygynyň basyşyň azalmagy bilen ulalýanlygy bilen düşündirilýär. Wakuumda bu uzynlyk wakuum kameranyň uzynlygyndan uly bolýar. Şol sebäpli elementar bolejikleriň arasynda çakyşmak mümkinçilik örän kiçi bolýar. Olar wakuum kameranyň diwarlary bilen ýygy çäkyşýarlar. Beýle ýokary elektriki berklik barlygy sebäpli kontaktlaryň arasyňy örän kiçi (2-2,5 sm) etmek mümkin. Bu bolsa öz gezegine wakuum kameranyň ölçeglerini kiçeltmäge berýär.

Wakuumda kontaktlaryň arasyndaky elektriki berkligiň artmagy gazlaryňkydan nasym bolup geçýär. Bu bolsa wakuumly öçürijileriň effektiwligini artdyrýar.

Bu öçürijileriň esasy element bolup wakuum kamera hyzmat edýär. Wakuum kamerada basyş $1.3 \cdot 10^{-5}$ Pa çemesinde bolýar.

Bu öçürijilerde ulanylýan kontaktlar ýokary geçirijilikli, ýokary mehaniki berklik, eroziýa we kebşirlenmäge ýokary çydamlylyk bilen tapawutlanmaly. Köp ulanyýan aplawlar hökmünde Cu-Bi, Cu-Te, Ag-Bi we ş.m. getirmek bolar.

Kontaktlar birigende olar bir-birine 3000 N ýakyn güýç bilen gysylmaly. Kontaktlar öçürilende olaryň tizligi 1.5 m/s ýakyn bolmaly.

Wakuum öçürilende ABŞ, Ýanapoýa, SSSR ýaly ýertlarda guruldular. Mysal üçin BB-10-20/1000Y3 kysymly BЭU-niň wakuumly öçürijisi. Onuň naprýaženiýesi 10 kW, nom. Togy 1600 A, nom. Öçürme togy 20 kA. Öçürme wagty 2 period.

Bu öçürijiler köp gowy taraplary bollanlygy sebäpli ýakyn gelejekde beýleki öçürijileriň köpüsini gysyp çykara.

6.1. Elegazly öçürijiler

Elegaz, basgaça altyfrotly kükürt SF₆, bu howadan dykyzlygy 5 esse köp inertli gazdyr. Elegazyň elektriki berkligi howanyňkydan 2-3 esse köpdür. 0.2 Mpa basyşda elegazyň elektriki berkligi ýagyňky bilen deňeşip biler.

Atmosfera basyşynda elegazda howanyňkydan 100 esse bolan toguň dugasynyň öçüriji bolar. Elegazyň aýratyň ýokary duga öçürijilik mümkinçiligi onuň molekulalarynyň duga, sütüniniň elektronlary tutup alyp haýal hereket ediji otrisarel zarýatly ionlar öwrülýänligi bilen düşündirilýär. Elektronlarynyň ýetirmek dugany dürnuksyz edýär we ol ýeňil öçýär. Eger duga sütünjigine elegaz akymyny üflesek, onda elektronlary ýuwutmak hadysady has basym bolup geçýär.

Elegazly öçürijilerde awtopnewmatiki duga öçürüji gurnamalar ulanylýar. Bu gurnamalarda gaz öçürme prosesi dowründe porşenli gurnama tatapyndan gysylýar we duga sütünine tarap ugrukdyrylýar.

Elegazly öçürijiler ýapyk ulgamy bolýarlar, ýagny olardan gaz daşary çykmaýar. Elegazly öçürijiler bir toparly we iki toparly üfleme görnüşi bolýarlar. Iki toparly üfleme usulyň mümkinçilikleri ýokary bolýar.

Elegazly öçürijileriň mysaly hökmünde BЭК-110Б-40/2000 kysymly öçürijini görkezmek mümkin. Bu öçürijileriň esasy häsiýetnamalary aşakdaky ýaly. Nominal naprýaženiýesi 110 kV, nominal togy 2000A, nominal öçürme togy 40kA, öçürme wagty 3 periody pnevmatiki, massasy 3.9 tonna.

ABŞ-nyň Westingauz firmasy tarapyndan 115 kV-dan 330 kV şenli 20 kA-den 63 kA çenli bolan elegazly öçürijileriň seriýasy goýberilýär. Bu öçürijilerde elegaz izolýasiýa, duga öçüriji we priwody ugrukdyryjy hökmünde ulanyýar. Duga tok birinji nuldан geçeninde, kontaktlaryň arasy 100 mm bolan ýagdaýynda öçýär. Duganyň ýanma wagty 20-25 ms we öçmek wagty 2 period. Howaly öçürijilerden tapawutkykyjda öçürilme prosesi sessiz bolýar.

7. Elektromagnitli öçürijiler

Elektromagnitli öçürijileriň ulanylmasy 10-15 kW naprýaženiýe bilen çäklenendir. Beýleki öçürijilerde tapawutlylykda olarda gaz bilen üflenmäniň deregine dugany magnit meýdanyň kömegi bilen diga öçüriji kamera çekilip alynýar. Duga öçüriji kamera howa aralykda bilen bir-birinden bölüntn duga çymanly, inert kiramika plastinamalrad durýar. Olar V-görnüşli kesikler bilen üpjün edilendir. Duga öçüriji kameranyň ulanylýanlygy sebäpli duganyň uzynlygy ulalýar (1-2m) kese kesigi bolsa kiçelýär. Duga plastinalaryň sowuk üstleri bilen galtaşýar we sowaýar. Plastinalary ýylylyk geçirijiligi ýokary bolýar. Duganyň uzalmagy we sowamagy sebäpli onuň energiýa ýitgisi köpleýär, naprýaženiýe gradiýenti ulalýar. Duganyň garşylygy köpleýär we togy öçýänçä kiçelýär.

Elektromagnitli öçürijilerde duga naprýaženiýe düşmesi howaly we ýagly ýçürijileriňkiden bişak uludyr. Ýagly we howaly öçürijilerde duganyň garşylygynyň toguň ululygyna täsiri duganyň öçmeginiň öňisyrasy bolup geçýär. Elektromagnitli öçürijilerde bolsa duganyň uzynlygynyň artmagy sebäpli onuň garşylygyň köpelmegi duga öçmegi üçin esasy şert bolup hyzmat edýär.

Mysal hökmünde BƏM kysymly elektromagnitli öçürujunu getirmek bolar. Bu öçürijileriň nominal öçüriji togy 6.9 kW naprýaženiýede 40 kA 11.5 kW naprýaženiýede bolsa 20 kA çenli bolýar. Bu öçürijiler çalt çaltdan öçürmekli gerek bolan sertlerde ýagny elektrostansiýalaryň özüne gerek hajatlaryny üpjün etýän gurnamalarda we basym basymdan öçürip, birindirilmesi gerek bolan senagat gurnamalarynda ulanylýar. Olaryň bahalary oňnositel ýokary.

7.1. Aýryjylar

Aýryjylar 1kW naprýaženiýede ýokary bolan apparat bolup, ulgamyň böleklerini elektrogurnamalary, aýratyň apparatlary remont döwri naprýaženiýeli böleklerden izolirlmek üçin ulanylýar, ýa-da gysgaja aýdylanda, görnüp duran ýolunma döretmek üçin niýetlenendir. Bu esasy bellenişinden başga-da ol aşakdaky göşmaça maksatlar üçin hem ulanylyp biliner :

1. Kuwwatly uly bolmadyk, ýüksiz işleýän güýç tarnsformatorlary sert birikdirmek we sertden aýynmak üçin : şeýle-de çäklendirilen uzynlykly ýük götermiýän liniýalary setden aýyrmak we sete birikdirmek üçin.
2. Togy kesmesden PG birikdirmeklini bir ýygnaýjy şin ulgamyndan başga şin gurnamasyna býtgedip birikdirmek üçin.
3. Ulgamyň öçürilen we izolirlenen böleklerini şu maksat üçin niýetlenen pyçajyklaryň kömegi bilen ýere birikdirmek üçin.

Aýryjylar ýönekeýje konstruksiýaly bolýarlar. Esasy şert “öçürilen” diýlen ýagdaýynda howa-da görnüp duran ýolunmanyň bolmagydyr. Bu bolsa işlejek adamlar üçin ynamly şert döretýär awtomatiki däl dolandyrmak üçin aýryjylar bilen ýa-da elektrodwigatelli dolandyrylýan priwod bilen üpjün edilýärler aýryjylaryň bahasy öçürijileriň bahasyndan has kiçi olary remont ýa-da gözegçilik etmek hem arzan.

Köp ýaýran aýryjylar üç polýusly bolýarlar, bu polýuslar umumy dolandyrylýarlar. Polýuslar bir-biri bilen mehaniki, elektriki ýa-da pneumatiki görnüşde baglanyşyp bilerler.

Aýryjylar jaýda we daşarda gurnamak üçin ýasalýarlar.

Içerde gurnakýan aýryjylar dikligine çapylýan görnüşde bolýarlar. Pyçajyklary bertiral tekizlikde aýlanyp bilýärler.

Mysal üçin PBP görnüşli aýryjylar üçpolýusly bolýarlar, içerde gurnamak üçin niýetlenen, puçajyklary çapýan görnüşli bolýarlar. Olar her polýusda daýanç, izolýatorly bolýarlar. Olaryň esasy profilli polatdan edilýärler. Çekiji izolýator baş pyçajyklary hereketi getirýärler. Bu pyçajyklardan başga-da her polýusda bir ýa-da iki sany ýere birikdiriji pyçaklar bolýarlar. Esasy pyçaklary umumy we herekete getirýär.

Esasy pyçaklar we ýere birikdiriji pyçaklar el ýa-da dwigateler bile herekete getirilýärler. Olaryň arasynda mehaniki blokirowka ulanylýar, bu bolsa olaryň bir wagtda birikmeklik mümkinçiligini aýyrýar.

Daşarda gurnalýar aýryjylar esasy gorizontal tekizlikde aýlanýan görnüşde taýynlanýarlar. Olar 35 kW naprýaženiýeden 500 kW naprýaženiýe üçin ýasalýarlar.

Mysal üçin PHD görnüşli aýryjylar. Harplar P-pyryjy, H-naružnyý, D- dwuhkolonkowyý diýmekdir. Bu aýryjylar baş pyçajyklardan başga-da ýere birin-birýän pyçajykly bolýarlar. Ýere birindir ýän pyçajyklar her polýusda bir ýa-da iki bolýarlar. Pyçaklaryň öz individual we biri-biri bilen blokirlenen priwodlary bolýar.

7.2. 1000 W çenli öçüriji apparatlar. Awtomatiki däl öçürijiler, redohraniteler, kontaktorlar, magnit goýberijiler

Hemişelik we üýtgeýän togyň awtomatiki däl öçürijileriniň esasy wezipeleri : 1) gurnamalaryň böleklerini, setleriň käbir meýdanlaryny howpsyz remont eder ýaly ýokary naprýaženiýelerden izolirlemek; 2) Işçi toklary nominal tokdan 0,2-1,0 esseden uly bolmadyk normal düzgünli elektrik zynjyrlary birikdirme we aýyrmak üçin.

Birikdirmek we aýyrmak operasiýalary ýönekeýje ryçagly priwodlaryň kömegi bilen el arkaly ýerine ýetirilýär. Awtomatiki däl öçürijiler g.u. we aşakyükliň zynjyrlaryň goragyna gatnaşmaýarlar. Olardda dugaöçüriji enjam ýok.

Rubolnikler 660 W çenli üýtgeýän toga we 440 W çenli hemişelik toga taýýarlanýarlar. Hemişelik tok üçin olar bir ýa-da iki polýusly bolýarlar. Uzak wagtly nominal toklary 100-den 5000 A çenli we ondan hem ýokary bolup biler. Öçürip bilýän nominal togy agzalan tokdan kiçi bolýarlar. Bu ýagdaýdan ýönekeý duga öçürijili rubilnikler azatdyrlar. Soňky rubilnikleriň öçürip bilýän nominal togy olaryň nominal togyna deňdir. Elektrodinamiki we termiki durnuklylygy nominal toklaryndan baglydyr.

Rubilnikler pružinli kontaktlar bilen üpjün edilýärler, bu bolsa olaryň köp wagtlaýyş gyzman işlemegini berjaý edýär. Rubilnikleriň tok geçiriji bölekleri adam tarapyndan bilmezlikden galtaşmakdan goralan däl. Şonuň üçin olary paýlaýjy gurnamanyň demir paneli gorar ýaly edip montaj edýärler. Olaryň tutawaçlary paneli daşyna çykar ýaly edip ýasaýarlar.

Bukja görnüşli öçürijiler we üýtgedip birikdirijiler. Bu öçürijiler bir okda ýerleşen birnäçe bukjadan durýarlar. Hereket etmeän pana görnüşli kontaktlar iki-ikiden bukjalaryň töwereginde ýerleşýärler. Olar dört ýagdaýyň islendiginde goýlup bilner. Her bukjanyň hereket edýän pyçak görnüşli kontakty okda berkidilendir.

Ol kontaktlar öçürijiniň daşyna çykarylan tutawaçlaryň kömegi bilen hereket getirilärler. Tutawaç toglananda ilki pružin çekilýär. Soň fiksirleýji şaýba boşayar we hereket edýän kontaktlar 90° aýlanýarlar. Birikme amala aşýar. Tog beriji pružinleriň barlygy sebäpli kontaktlaryň aýlanma tizligi operatorlardan bagly däl.

Bukja görnüşli öçürijiler ~ 380 W we +220W 10A-den 400 A toga çenli ýasalýarlar. Olar 2÷7 çenli bukja bolup bilýärler.

PKP tipli bukja-ýumrujak görnüşli öçürijiler hem olara degişlidirler. Olaryň kontaktlary çäýe ýasalandyr we ýönekeyje duga öçüriji guraly bar. Olary 660 W naprýaženiýä çenli nominal togy 10-dan 160A çenli, nominal öçüriji togy 90-dan 570 A çenli taýýarlanýarlar.

Ereýän goraýjylar. Hemişelik we üýtgeýän tokly, 1kW çenli naprýaženiýeli setlerde ereýän goraýjylar liniýalary, el.hereketlendirijileri we başga enjamlary goramak üçin ulanylýar. ~ tokly setlerde olar 36,220,380,660W, hemişelik tokly setlerde 24,110,220,440 W çenli goýberilýärler. Goraýjynyň esasyň nominal toklary 6,10,16,25,63,100,160,250,400,630,800,1000 A, ereýän böleginiň nom.togy 2-den 1000 A çenli toklaryň nominal esasynda 1 kW çenli goraýjylarda aşakdajy hili düşüňjeler bar a) eremezligiň max. togy; b) eremeginiň min. togy.

Ereýän goraýjylaryň öçürijilik ukyby onuň nominal öçüriji togy bilen kesgitlenýär. Bu üýtgeýän tokda toguň periodiki düzüjisiniň iň uly täsir eryän bahasydyr. Hemişelik tokda bolsa g.u. togyň iň uly durnuklaşan togydyr.

Iň esasy tipleri ПИР – bu gaz çykaryjy, ýapyk, gaz atylyp çykýan däldir we ýapyk gurnamalarda 1 kW çenli naprýaženiýä niýetlendirilendir. Konstruksiýasy barada aýtmaly.

Goraýjylaryň başga bir görnüşi – bu PN tipli kwazsly goraýjylardyr.

8. Elektromagnet kontaktorlar we magnitli goýberijiler

Kontaktorlar elektrik kabul edijileri normal düzgünlerde birikdirmek we aýyrmak üçin niýetlenendir. Olar esasan elektrikhereketlendirijileri dolandyrmak üçin ulanylýar. Awtomatlardan tapawutlylykda olarda elektromagnet aýyryjylary ýokdur. Şonuň üçin olar aşa ýüklerde we g.u. elektrik zynjyrlary öçürmek üçin ýaramaýarlar. Olar çalt öçürip ýakmak üçin niýetlenendirler, ýagny sagatda birnäçe mün operasiýa çenli hasaplanandyr. Kontaktorlaryň kommutasion mümkinçiligi gaty uly däl, ol 10 esseden köp däl. Kontaktorlaryň elektrodinamiki we termiki durnuklylygy normirlenen däl.

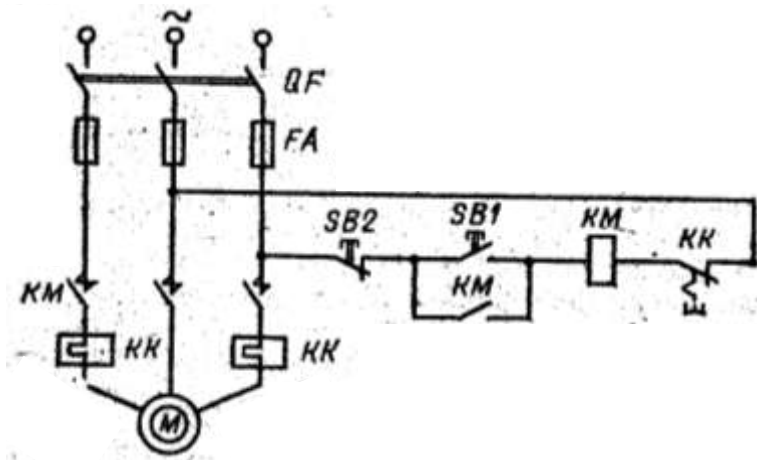
Üýtgeýän tok üçin 4 kategoriýa bölünýär : AS_1 , AS_2 , AS_3 , AS_4 . Hemişelik tok üçin üç kategoriýa ulanylýar : DS_1 , DS_2 , DS_3 . Her kategoriýa kommutirlenýän toguň otnositel bahasy, şeýle hem napryaženiýälere, kuwwat koeffisiýenti we wagt hemişeligi bilen häsiýetlendirilýär.

Mysal üçin AS_1 , kategoriýaly kontaktorlar garşylyk peçlerini, induktiwlikleri az bolan zynjyrlary birikdirmek we öçürmek üçin niýetlendirilýär. AS_2 faza rotorly asinhron hereketlendirijileri işe goýbermek üçin we olary tersine tokly düzgünde tormizlamak üçin ulanylýar. AS_3 kontaktorlar g.u. rotorly asinhron hereketlendirijileri işe goýbermek we öçürmek üçin ulan. AS_4 kontaktor agyr şertlerde işleýän enjamlary birikdirmek we öçürmek üçin ulanylýar. Üýtgeýän toguň kontaktorlary üçpolýusly, hemişelik toguň kontaktorlary bolsa bir we iki polýusly edilip goýberilýärler. Olaryň kontaktlary gysga, gaýtalanýan gysga we uzak wagtlaýyn düzgünler üçin niýetlendirilendir.

Kontaktorlar elektromagnetleriň kömegi bilen distansion ugrukdyrylýarlar.

Magnitli goýberijiler – bu üçpolýusly kontaktordan we her fazasyna birikdirilen uzak aşa tokdan goraýan ýylylyk rele bilen üpjün edilen abzaldyr. Olar nul goragy hem ýerine

ýetirýarler, sebäbi napryáženíýe aşı peselse ýa-da ýitse onuň elektromagnit sistemasy goýberýär. Magnitli goýberijiler AS₃ kategoriýa girýarler.



8.1-nji surat. Asinhron dwigateliň işe goýberiliş shemasy.

Kontaktorlar we magnitli goýberijiler nominal napryáženíýesi, nominal togy we kategoriýasy boýunça saýlanyp alynýarlar.

Elektrodinamiki we ýylylyk durnuklylyklara barlanmaýarlar.

8.1. Awtomatiki öçürijiler ulanylyşy we esasy häsiýetleri

Zynjyr aýryjylar at alan, içinde gurnalan göni täsir ediji rele goragy bilen üpjün edilen güýç öçürijilerine awtomatiki öçürijiler diýilýär. Olar hemişelik we üýtgeýän toklar üçin niýetlenendirler.

Senagat kärhanalarynda we elektrostansiýalaryň öz üpjünçiliginde giň ýaýran awtomatiki öçürijileriň görnüşi A-3700 seriýaly atomatlardyr. Olar üýtgeýän toguň 660 W we hemişelik toguň 440 W niýetlendirilendirler we olaryň toklary 160 A-630A çenli bolýarlar. Olar iki görnüşde goýberilýärler : 1) pursat täsirli elektromagnit zynjyr aýryjyly togy çäklendirijili ; 2) täsir ediş wagty tokdan bagly we bagly bolmadyk böleklerden durýan, saýlap alýan zynjyr aýryjyly. Häsiýetleri tokdan bagly bölekler aşa ýükden goragy amala aşyrýarlar, bagly bolmadyk bölekleri bolda g.u. goragyny ýerine ýetirýärler.

Wagtyň we toguň ulylyklary belli çäkde üýtgedilip bilinýär. Aşa ýük wagtynda öçürijiniň işleýän wagty 5-den 100 s çenli, g.u. döwründe bolsa $0,1 \div 0,4$ s çenli bolýar.

Zynjyr aýryjynyň elektromagnitiniň sarymyny baş zynjyra göni, şuntuň üsti bilen ýa-da tok transformatorynyň üsti bilen birikdirip bolýar. Zynjyr aýryjynyň işlän wagty ol aýryjynyň erkin aýrylyjsyna täsir edýär we öçürijiniň hereket edýän bölegini boşadýar.

Hemişelik we üýtgeýän toklarda duga öçüriji hökmünde aşakdakylar ulanylýar : 1) inert materiallardan durýan labirint-yş görnüşli kameralar. Olar elektromagnit öçürijilere çalymdaşdyrlar, ýöne olardan ýönekeýdirler; 2) polat plastinaly kameralar.

Bu kameralarda duga gysgaja dugalara bölünýärler. Bu toguň magnit meýdany bilen täsiri esasynda döreýän elektromagnit güýç esasynda amala aşýar. Duga öçürijileriň görnüşine garamazdan deionizasiýa geçirýän faktorlar aşakdakylardyr :

- 1) duganyň uzynlygynyň ulalmagy ;
- 2) olaryň ýşlarda çalt hereket etmegi ;
- 3) duganyň sowuk keramiki üstler bilen täsir etmegi.

Hemme görnüşli kameralarda dugaöçüriji gurnamanyň üstünde ýalyn öçüriji gözenek ýerleşýär. Olar birnäçe aşajyk yşly plastinkalardan edilendir.

630 A çenli awtomatlar bir jübit kontakly edilýärler. Ol kontaktlar şol bir wagtda baş we dugaöçüriji kontaktlaryň rolyny ýerine ýetirýärler. 630 A-den uly tokly awtomatlarda baş we dugaöçüriji kontaktlar aýratyndyrlar.

Awtomatiki öçürijiler el we elektromehaniki distansion dolandyryjy priwodlar bilen üpjün edilendirler.

Konstruksiýasy hakda.

8.2. Ölçeýji naprýaženiýe transformatorlary

Naprýaženiýe transformatorlary setiň naprýaženiýesini ölçemek üçin amatly bahalaryna çenli peseltmek üçin niýetlendirilendir. Şol bir wagtda-da K_{nom} gezek peseldilen onuň ikinji naprýaženiýesi moduly we fazasy boýunça setiň naprýaženiýesi talap edilýän takyklyk bilen gabat gelmelidir.

Ýokary we pes naprýaženiýeleriň bir-birinden izolirlenenligi üçin hyzmat edýän personal ölçeýji abzallara we relelere degende olaryň howpsyzlygyny üpjün edýär. Bu ýene-de ölçeýji gurallaryň konstruksiýasyny unifisirleýär, sebäbi olaryň ikinji sarymynyň naprýaženiýesi 100 W bolýar. Olaryň ýasamasy aňsat bolýar we bahalary agzan bolýar.

Güýç transformatorlaryndan tapawutlylykda bu transformatorlaryň transformasiýa koeffisienti naprýaženiýeleriň gatnaşygy bilen kesgitlenýär.

$$K_{nom} = \frac{u_{1nom}}{u_{2nom}} \quad (8.2.1)$$

Transformatorlaryň birinji naprýaženiýesi setiň fazasy naprýaženiýesi bilen standartlaşdyrylandyr. Bu ýagdaýa

neýtraly ýere birigen ýyldyz görnüşli birikdirilen bir fazasy transformatorlar degişli däldirler. Olar üçin faza naprýaženiýeleri kabul edilendir :

Mesal : $35000/\sqrt{3}$ ýa-da $220000/\sqrt{3}$ M.

Bu transformatorlaryň esasy ikinji sarymynyň nominal naprýaženiýesi 100 W ýa-da $100/\sqrt{3}$ W kabul edilendir. Goşmaça sarymlarynyň nom. naprýaženiýeleri aýratyn görkezilýär.

Transformatoryň ölçemeli u_1 naprýaženiýesiniň bahasy onuň ikinji sarymynyň u_2 naprýaženiýesini onuň nom. transformasiýa koeffisiýentine köpeltmek arkaly tapylýar.

$$u_1 = u_2 \cdot k_{nom} \quad (8.2.2)$$

Ölçeýji abzallaryň şkalalary birinji tarapyň naprýaženiýelerinde ýazylýar.

Naprýaženiýe transformatorlarynyň ýalňyslyklary. K_{nom} gerek ulaldylan transformatoryň ikinji naprýaženiýesi birinji naprýaženiýeden moduly we fazasy boýunça tapawutlanýar, sebäbi transformatora ýitgi bolýar. Bu naprýaženiýeleriň birinji sarymyň naprýaženiýesine gatnaşan tapawudy transformatoryň naprýaženiýe ýalňyşlygyny görkezýär:

$$f = \frac{K_{nom}u_2 - u_1}{u_1} \quad (8.2.3)$$

Bu ýalňyslygy 100 köpeldip prosentde-de aňladyp bolar.

Birinji we ikinji naprýaženiýeleriň wektorlarynyň arasyndaky burç onuň burç ýalňyslygyny görkezýär. Burç ýalňyslygy minutda aňlatmak kabul edilendir.

Transformatoryň ikinji sarymynyň ýüki şertli kabul edilendir, ýagny doly kuwwaty :

$$S_2 = \frac{u_2^2 nom}{Z}, \quad (8.2.3)$$

bu ýerde $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

Transformatoryň S_2 kuwwaty bilen bir hatarda onuň kuwwat koeffisiýenti hem görkezilmelidir.

Transformatoryň nominal ýüki hökmünde onuň ýalňyşlyklaryny berilen çäkten çykarmaýan iň uly ýüje düşünilýär.

Naprýażeniýe transformatorlarynyň takyklyk klasslary. Goýberip bolýan ýalňyşlyklary bilen baglylykda naprýażeniýe transformatorlary dört klass bölünýär. Klasyň ady naprýażeniýe boýunça goýberip bolýan iň uly ýalňyşlygyň prosent bahasy bilen kesgitlenilýär.

Naprýażeniýe we burç boýunça ýalňyşlyk çäkleri 50 Gs ýygylýda, $0,8 \div 1,2$ çenli birinji naprýażeniýäniň nominal bahasyna, ýük boýunça nominalyň $0,25 \div 1,0$ çenli bahasyna we 0,8 kuwwat koeffisiýentine gatnaşdyrylandyr.

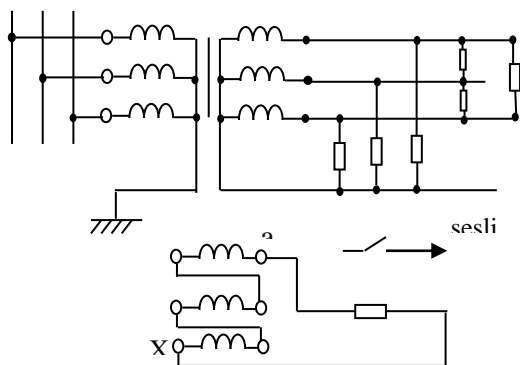
Takyklyk klasynyň	Naprýażeniýe boýunça	Burç boýunça iň uly ýalň, min.
0,2	+0,2	10
0,5	+0,5	20
1,0	+1,0	40
3	+3,0	normirlenmeýär.

0,2 klasla degişli transformatorlar laboratoriyalarda takyk ölçemeklik üçin ulanylýar. 0,5 klasly transformatorlar hasaplaýjylary birikdirmek üçin niýetlenendir. 1,0 we 3,0 klasslar şitlerdäki. Ölçeýji abzallary birikdirmek üçin niýetlenendir. Rele goragy üçin ulanylýan transformatorlar goragyň görnüşinden baglydyr. Olar üçin 0,5, 1,0 we 3,0 klasslar ulanylýar.

8.3. Naprýażeniýe transformatorlarynyň birikdiriliş shemalary

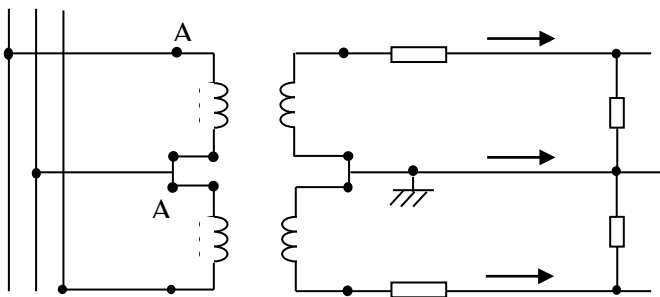
Naprýażeniýe transformatorlary aşakdaky naprýażeniýeleri ölçemäge niýetlenendir: 1) fazasa naprýażeniýeleri; 2) faza naprýażeniýeleri; 3) nul yzygiderlikli naprýażeniýeleri. Fazasa naprýażeniýeler ölçýji abzallaryň we releleriň gerekli sarymlaryna eltilýärler. Faza we nul yzygiderlikli naprýażeniýeler bolsa rele goragy, şeýle-de birfazaly g.u. signal bermek üçin ulanylýar. Esasy ulanylýan shemalar aşakdakylardyr :

1. Ýokary naprýażeniýeli tarapynyň neýtraly ýere birikdirilen üç sany bir fazaly transformatorlar. Bu shema uniwersal shemadyr we 35 kW hem-de ondanam ýokary naprýażeniýeler üçin ulanylýar. Ýokary naprýażeniýeli sarymlarynyň diňe bir uýy izolirlenýär, ikinji uýy bolsa ýere birikdirilýär. Bu transformatory ýönekeýleşdirýär we onuň bahasyny azaltýär. Bu transformatorlaryň esasy ikinji sarymlary faza hem fazara naprýażeniýeleri ölçýär. Nul yzygiderligi ölçemek üçin aşyk üçburçlyga birikdirilen ikinji goşmaça sarymlary ulanylýar.



8.3.1-nii surat.

2. Üç fazaly naprýaženiýe transformatorly. Bu shema 20 kW çenli naprýaženiýelerde ulanylýar. Bu transformatorlar baş steržnli magnit geçirijili bolýarlar. Bu transformatorlaryň kömegi bilen faza, faza ara we nul naprýaženiýeleri ölçäp bolýar. Nul naprýaženiýe ýerebirikdirilmedik we kompensirlenen neýtrally setlerde ölçemek mümkin. Bularyň ýalňyşlyklary oňki shemadan has köpdür. Şonuň üçin bu transformatorlara hasaplaýjylary birikdirmek maslahat berilmeyär.
3. Doly däl üçburçlyga birikdirilen iki sany bifizazly transformatorlar. Bu shema iki sany fazara naprýaženiýäni ölçäp bilýär. Bu shema köplenç transformatoryň ýüki hökmünde diňe hasaplaýjy we wattmetr bolan ýagdaýynda amatly.



8.3.2-nji surat. Doly däl üçburçlyga birikdirilen iki sany bifizazly transformatorlar.

Bu shemalar üçin transformator 35 kW çenli goýberilýärler.

8.4. Goraýjy ýerebirikdirme

Adamlar ölçeýji abzallara degende olaryň howpsyzlygyny üpjün etmek üçin naprýaženiýe

transformatorlarynyň ikinji sarymyny ýere birikdirýärler. Bu çäre haçanda ýokary naprýaženiýe aşak naprýaženiýeli saryma geçen birikdirilen sarym bolsa, onda, olaryň birini , ýere birikdirme ýeterlikdir.Üçfazly transformatorlarda ýere onuň neýtralyny birikdirýärler. Eger bir fazaly transformatorlar doly däl üçburçlyga birikdirilse, onda onuň ortaky (faza) geçirijisini ýere birikdirýärler. Ýere birikdirme ölçeýji gurallaryň we releleriň işine täsir etmeýär.

Ereýän gorajylar bilen gorag. Naprýaženiýe transformatorlarynyň ikinji sarymynda g.u. bolsa, ondan ereýän gorajylaryň kömegi bilen goranyrlar. Olar ýere birikdirilmedik geçirijilerde goýulýrlar.

35 kW çenli transformatorlarda ýokary naprýaženiýeli tarapynda hem ereýji gorajylar goýulýar. Köplenç kwarsly gorajylar ulanylýar.

Eger transformatoryň naprýaženiýäniň ýokary bolsa, onda ereýän gorajylaryň konstruksiýasy has çylşyrymly bolýar. Şonuň üçin 110 kW ýokary naprýaženiýeli transformatorlarda diňe aýryjy goýmak bilen çäklenýärler.

9. Naprýaženiýe transformatorlarynyň konstruksiýalary

Güýç transformatorlardan naprýaženiýe transformatorlarynyň tapawudy, olarda bölünip çykýan ýylylyk örän az bolýar. Şonuň üçin olaryň konstruksiýalary ýeňil bolýarlar. Olaryň uly takyklykdan başga-da güýçli izolýasiýaly bolmaly, aşanaprýaženiýä döz gelmeli.

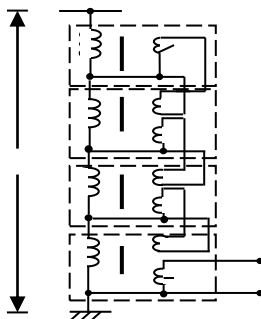
6-35 kW naprýaženiýeli transformatorlary köplenç ýada batyrylan kagyz izolýasiýadan durýarlar.

Onuň mysaly hökmünde NOM-19 transformatory getirmek bolar. Onuň ýetmezçiligi uly göwrümi we massasydyr.

Şeýle konstruksiýaly transformatorlary uly naprýaženiýelere taýynlamak üçin olaryň massasyny we ölçeglerini ulaltmaly bolýar. Bu meseläni çözmek üçin 110 kW we ondan-da köp naprýaženiýeler üçin kaskad shemalar ulanylýar. Olar bir birinden izolirlenen birnäçe basgançakdan durýarlar. Basgançaklaryň sany her

basgançaga 50 kW naprýaženiýe düşen ýaly hasapdan edilýär. Basgançak bir-birinden bölek naprýaženiýä izolirlenendir.

Birinji sarymlar 1 bir-biri bilen yzygider birildirilendir we bir tarapyndan izolirlenendir. Ýokarky basgançagyň birinji sarymynyň başlangyjy sete birikdirilýär. Iň soňky basgançagyň birinji sarymynyň soňy jere birikdirilendir. Her Basgançagyň birinji sarymynyň simi magnitgeçirijü birikdirilendir.



8.4.1-nii surat. Naprýaženiýe

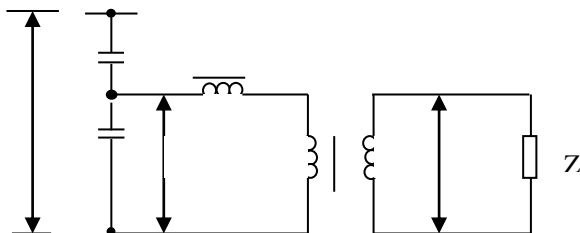
Her basgançaga düşýän naprýaženiýäni deňleşdirmek üçin basgançaklaryň iki sany baglaýjy ikinji sarymlary bardyr. Bu diňe iň ýokarky we iň aşaky basgançaklara degişli dälär. Goňşy basgançaklaryň baglaýjy sarymlary garşylykly birikdirilendir.

Kaskadly transformatorlaryň takyklyk klaslary 1 we 3. Olar 110, 220, 330 we 500 kW naprýaženiýelere taýynlanýarlar we deňşilikde 2, 4, 6, 10 basgançaklary saklaýarlar. Basgançaklary iki-ikiden ýag doldurylan farfor ganlarda ýerleşdirýärler. Mysal : NKF-220.

9.1. Sygymly naprýaženiýe transformatorlary

110 kW naprýaženiýeden uly naprýaženiýeler üçin elektromagnit transformatorlar hem ulanylýar. 500 1150 kW naprýaženiýelerde olaryň elektromagnit transformatorlardan artykmaçlygy gör-gözteleidir, olar yktysady tarapdan has amatlydyr.

Sygymly transformatorlar sygymly bölüjiden we ylalaşdyryjy elektromagnit gurnamadan ybaratdyr.



9.1.1-nji surat. Sygymly naprýaženiýe transformatorlaryň shemasy,

Naprýaženiýe bölüji C_1 we C_2 sygymlardan durýar. Olar yzygider birikdirilendir. Olar bir tarapy bilen ölçelýän naprýaženiýeli sete, beýleki tarapy bilen bolsa ýere birikdirilendir C_2 kondensatoryň sygymy C_1

kondensatoryňkydan has ulydyr. Şonuň üçin C_2 kondensatora örän az naprýaženiýe düşýär. Ol 12 kW ýakyndyr.

Elektromagnit ylalaşdyryjy enjam LR reaktordan we ýörite konstruksiýaly peseldiji T transformatorndan ybaratdyr. Transformatoryň ikinji tarapyna ölçeýji abzal ýa-da rele birikdirilýär.

Eger ylalaşdyryjy gyrnama aýrylan bolsa onda u_{c2} naprýaženiýe u_1 proporsionaldyr.

$$u_{c2} = u_1 \frac{c_1}{c_1 + c_2} \quad (9.1.1)$$

Eger ylalaşdyryjy gurnama birikdirilen bolsa, onda u_{c2} we u_1 proporsional dälidirler. Ýöne ýokary ölçeme takyklygyny gazanmak üçin induktiw we sygym garşylyklar bir-birine deň bolmaly :

$$\omega(L_r + L_1 + L_2^1) \approx \frac{1}{\omega(c_1 + c_2)} \quad (9.1.1)$$

Bu hili ölçeýjilere gurnalan gurnamalar diýilýär, sebäbi olar rezonans ýagdaýyndadyrlar.

9.2. Tok transformatorlary

Tok transformatorlary diýip togy amatly bahasyna çenli üýtgetýän transformatorlara aýdylýar..Onuň ikinji tarapynyňtoguny transformasiýa koeffisiýentine k_{nom} köpetsek ol islendik takyklykda transformatoryň birinji togyna deň bolmaly.

Bu transformatorlar pes we ýokary naprýaženiýeleri bir-birinden bölýärler, şonuň üçin ölçýji abzallara we relelere degmeklik adamlar üçin howpsyz bolýar. Olaryň ikinji sarymynyň nominal togy 5A (az wagtlarda 1 we 2,5 A) bolýar. Transformatorlar gysga utgaşma düzgüninde işleýärler. Şonuň üçin olaryň ikinji zynjyryny üzmek gadagandyr.

Onuň birinji sarymyny ölçenýän tokly zynjyra yzygider birikdirýärler. Şol sebäpli onuň sarym sany örän az bolýar, kese kesiginiň meýdany bolsa örän uly bolýar. Ölçýji abzallaryň we releletniň tok sarymlary transformatoryň ikinji sarymyna yzygider birikdirilýär. Birinji sarymyň togyna ikinji sarymyň togunyň täsiri ýetenok diýen ýalydyr. Birinji sarymynyň çykýän ýerleri L_1 we L_2 , ikinji sarymyňky bolsa I_1 we I_2 diýip bellenilýär.

Transformatoryň birinji sarymynyň nominal togy diýlip, onuň ulanmak üçin bellenen zynjyrynyň togyna aýdylýar. Ol 1A-den 40000 A çenli bolup bilýär.

Nominal transformator koeffisienti

$$k_{nom} = \frac{I_{1nom}}{I_{2nom}} \quad (9.1.1)$$

Ölçýji abzallaryň ölçenýän toklary k_{nom} I_2 şkala görä ýazylýar.

Birinji we ikinji sarymlaryň sanynyň gatnaşyklary

$$n = \frac{w_2}{w_1} \langle k_{nom} \quad (9.1.1)$$

Bu transformatoryň takyklygyny ýokarlandyrýar. Tok transformatorlary ölçemek üçin niýetlenen we rele goragy üçin niýetlenen transformatorlara bölünýärler. Biziň kursumyzda diňe ölçemek üçin niýetlenen tok transformatorlaryna serederis.

9.3. Tok transformatorlarynyň ýalňyşlyklary

Bu transformatorlaryň hem $I_2 \cdot k_{\text{nom}}$ moduly we fazasy boýunça birinji tokdan tapawutlanýar.

Tok ýalňyşlygy :

$$f = \frac{I_2 \cdot k_{\text{nom}} - I_1}{I_1} \quad (9.3.1)$$

Bu prosentde-de aňladylyp biliner.

Burç ýalňyşlygy birinji we ikinji toklaryň arasyndaky δ burça aýdylýar. Ol radianda ýa-da minutda aňladylyp biliner.

Transformatorlaryň ýüki by doly garşylyk

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ ol Om-da aňladylýar.}$$

Onuň bilenbir habarda $\cos 2$ kuwwat koeffisienti hem görkezilýär,

Transformatoryň ýükini $S_2 = I_2^2 \cdot Z$ formula boýunça $W \cdot A$ hem aňladyp bolar.

bolar. Nominal togy hökmünde onuň ýalňyşlyklary çäkden çykmaryk ýagdaýyndaky ýüke aýdylýar.

10. Tok transformatorlarynyň takyklyk klasslary

Alty klasa bölünýär. Ol bolsa çäk ýalňyşlyklaryň esasynda kesgitlenýär.

1-nji tablisa

Takyklyk klasslary	Işleýiş şertleri		Ýalňyşlyklaryň çäk bahalary		
	$\frac{100 \cdot I_1}{I_1 \text{ nom}} \%$	$\cos \varphi = 0,8\%$ bolanda ýüküň çägi	Tok, %	Burç	
				min	rad
0,2	5	25-100	$\pm 0,75$	± 30	$\pm 0,9$
	10		$\pm 0,50$	± 20	$\pm 0,6$
	20		$\pm 0,35$	± 15	$\pm 0,45$
	100-120		$\pm 0,20$	± 10	$\pm 0,3$
0,5	5	25-100	$\pm 1,5$	± 90	$\pm 2,7$
	10		$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$
	20		$\pm 0,75$	± 45	$\pm 1,91$
	100-120		$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$
1,0	5	25-100	$\pm 3,5$	± 180	$\pm 5,4$
	10		$\pm 2,0$	± 120	$\pm 3,6$
	20		$\pm 1,5$	± 90	$\pm 2,7$
	100-120		$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$
3,0	50-120	50-100	+3,0	normirlenýär	
5,0	50-120	50-100	5,0	normirlenýär	
10	50-120	50-100	+10	normirlenýär	

10.1. Tok transformatorlarynyň konstruksiýalary

Iki topar tok transformatorlary bolýar : birhalkaly we köphalkaly.

Birhalkaly transformatorlar ýasamak üçin ýönekeý bolýarlar. Ýöne transformatorlaryň birinji togy 400-600 A az bolsa we transformatoryň takyklyk klassy 0,5 bolanda bir halkanyň döredýän magnithereketlendiriji güýji az bolýar. Bir halkaly transformatorlar az toklar üçin 1 we 3 klaslara

değişlidirler. Olar esasen işine ýezleşdirilen görnüşli bolýarlar. Bir halkaly transformatorlaryň üç görnüşü ulanylýar : sterženli, şinaly we içinde gurnalan görnüşli.

Sterženli transformatorlar 35 W çenli naprýaženiýä we 400-den 1500-e çenli nominal toklar üçin ýasalýarlar. Onuň mysaly hökmünde TPOL görnüşli 10 kW çenli çäklanan transformatorlary getirip bolar (P-проходной, O-birhalkaly, L-guýlan izolýasiýaly). Bu ýerde iki transformator bir konstruksiýa ýerleşdirilendir. Bu seriýaly transformatorlaryň magnitgeçirijileriniň diametrleri bir deňdirdirler, beýikligi bolsa transformatoryň näme üçin ulannylýanlygyna we birinji nominal togyna baglydyrlar.

Şinaly transformatorlar 20 kW naprýaženiýä we 2400 A toga çenli hasaplanandyrlar. Beýle uly tok üçin transformatoryň konstruksiýasyny ýönekeýleşsirmeli bolýar. Munyň üçin birinji sarym hökmünde bir ýa-da bukja görnüşli bir näçe şinany ulanýarlar. Beýle ýagdaýda birinji sarymyň kontakt gysaçlary gerek bolmaýarlar. Bu transformatorlary 0,5 klas üçin ýasap bolýar. Olaryň ýalňyşlyklaryny kompensirlemek gerek bolmaýar. Çöwlanma tok zerrarly gyzmazlyk üçin olaryň şinalary magnit däl materialdan ýasalýarlar. Mysal hökmünde TŞL-20 transformatory görkezmek bolar.

İçinde gurnalan transformatorlar 35 kW we onden hem ýokary naprýaženiýeler üçin niýetlenendirler. Olar ýagly çelekli öçürijilere ýa-da güýç transformatorlaryna gurnalandyrlar. Mysal u-110 howa öçürijisinde gurnalan tok transformatory. Bu transformatorlaryň ýalňyşlyklary öňki ikisinden has uludyr.

Köphalkaly transformatorlar naprýaženiýe şkalalarynyň baryna we 1000-1500A toga çenli ýasalýarlar. Bu transformatorlar birhalkaly transformatorlaryň üpjün edip bilmeýän takyklygyny amala aşyýarlar. Birinji sarymda bir näçe halkanyň bolmaly onuň konstruksiýasyny çylşyrymlaşdyrýar. Sebäbi, birinji sarymdaky nalkalaryň

arasynnda döreýän elektrodinamoki güýşli hasaba almak gerek. Bu esasanam gysga utgaşma döwründe duýulýar. Ondan başga-da köp halka bolan ýagdaýynda aşa naprýaženiýe döwründe halkalaryň naprýaženiýeleri has köpeliýärler.

6-10 kW naprýaženiýeler üçin tegek we petle görnüşli sarymy ýasalýarlar. Olary epoksid izolýasiýaly edýärler. Mysal hökmünde TPL-1 1- kW naprýaženiýe üçin (P-petle görnüşli, L-guýlan izolýasiýa görnüşli).

35-750 kW naprýaženiýe üçin ýag doldurylan transformatorlar taýýarlanylýar. Olar daşky gurnamalar üçin niýetlenendir. Mysal TFN (F-farfor izolýasiýa, N-daşarky gurnama).

330-750kW transformatorlary kaskad görnüşli ýasaýarlar. Olar iki basgançakdan durýarlar: ýokarky we aşaky basgançaklar. Olaryň her biri ýarym naprýaženiýä hasaplanandyr kaskad ýalňyşlygy köpeldýär.

11. Togy çäklendirýän reaktorlar

Reaktorlar durnuklanan we geçiş düzgünlerinde togy çäklendirmek üçin ulanylýar. Olar esasanam gysga utgaşmanyň toguny çäklendirmek üçin gerek bolýar.

Bizde esasan-da beton reaktorlar köp ulanylýar. Bu reaktorlar dugy izolýasiýadan we beton karkasdan durýar. Olar 6-35 kW naprýaženiýeler we 400-den 4000 A çenli toklar üçin içerde we daşarda gurnamak üçin niýetlendirilendir.

Üçfazly togy çäklendirýän reaktorlar polar serdeçnigi bolmadyk üç tegekden durýar. Serdeçnigi ýoklygy sebäpli onuň wolr-amper häsiýetnamasy gönüçzykly bolýar. Bu gönüçzyklylyk onuň togy nominal bahasyndan g.u. toguna çenli üýtgände-de saklanýar, sebäbi polat serdeçnik ýoklugy sebäpli onda doýma häsiýeti bolmaýar. G.u. togy kä halatlarda nominal bahasyndan 10-20 esse hem köp bolup biler. Onuň tegekleriniň aktiw garşylygy örän az bolýar.

Reaktoryň sarymlaryny köp danarly mis ýa-da alýumin symdan ýasaýarlar. Symlar daşky izolýarly bolýarlar. Içki damarlar hem çöwlama tokdan goşmaça ýitini azaltmak üçin izolýasiýaly edilip biliner.

630 A ýokary nominal tokly reaktorlary sarymlary bir näçe parallel şahalardan durýar. Symlary saranlarynda şahalaryň transpozisiýasyny ulanýarlar, bu bolsa olarda toklaryň deň paýlanmagyny işçi düzgünde we gysga utgaşma mahalynda üpjün edýär.

Sarymlara mehaniki berklik bermek üçin olary ýörite formada sement bilen guýýarlar. Sement gatandan soň ony guratýarlar we çyg girmez ýaly reňklýärler. Tegekleri farfor izolýatorlaryň üsdünde gurnýarlar (surat)

Beton reaktorlaryň fazalary wertikal, basgançak görnüşli ýa-da hatara düzülen, üçburçlyk görnüşde gorizont al ýagdaýda ýerleşdirilip biliner. Reaktorlary goýberýän zawodlar

fazalary oklarynyň azasyndaky bolmaly monimal aralyklary görkezýärler.

Bu aralykda üçfazaly kompleksiň elektrodinamiki durnuklylygyny üpjün etmek üçin gerekdir. Reaktorlaryň nähili ýerleşdirmeligi olaryň ölçegleri we masasy, hemde P_6 konstruksiýasy bilen bagly bolýar.

Tegekleriň üçlary L_1 , L_2 diýlip bellenilýär.

Reaktorlar ýeke we goşalandyrylan görnüşde goýberilýärler. Goşalandyrylan reaktorlar köplenç gidýan liniýalarda goýulýarlar. Olaryň her fazada iki sany tegegi bolýar. Olaryň ikisiniň hem sarymlary bir tarapa saralaýarlar we olar ylalaşykly birikdirilýärler. Olaryň üç sany nýj bolýar, biri ortaky we iki sanysy hem çetki. Ortaky üç bilen reaktor energiýa çeşmesine birikdirilýär. Reaktoryň nominal togy hökmünde tegegiň togy kabul edilýär. Ortaky üpjün gysajy iki nominal toga hasaplanandyr.

Reaktorlar jaýlarda gurnalanda jaýlaryň we beýleki zatlaryň ferromagnit konstruksiýalaryny magnit meýdandan goramaklyk göz önünde tutulmaly. Sebäbi olar köwlenme tok sebäpli aş gyzyp bilerler. Bu sebäbe görä taýýarlaýjy zawod ferromagnit materiallardan bolmaly minimal aralyklary görkezýärler.

Reaktorlaryň kuwwat ýitgisi örän az, emma olaryň sarymlary gyzýarlar. Bölünip çykýan ýylylyklar daşky sreda çykarylýar. Sarymlaryň symlarynyň kese kesigini olaryň iň gaty gyzýan nokadynyň temperaturasy goýberilýän çäkten çykmaz ýaly edilip kabul edilýär.

Reaktory içerde gurnalanda olara gowy wentilýasiýa geçer ýaly şert döretmeli. Aýratyn kym ýagdaýlarda ony ýörite üfleme arkaly sowadýarlar.

12. Paýlaýjy gurnamalarda tok geçirijileri

Generatorlardan beýgeldiji transformatorlara we podstansiýalarda uly bahaly toklar berilýärler. Beýle uly toklary ýöritw tok geçirijileriň kömegi bilen berýärler. Tok geçirijiler iki hili bolýarlar.

1. Gaty geçirijiler.
2. Maýyşgak geçirijiler.

Gaty symly tok geçirijiler. Bu görnüşli tok geçirijiler daşky we içerki PG ulanylýarlar. Olar naprýaženiýäniň ähli bahalary üçin ulanylýar. Mysal hökmünde 110 kW daşarda gurnalan PG tok geçirijisine seredeliň .

Sym 1 hökmünde olarda 250 mm diametrli alýumin splawyndan ýasalan turbalary peýdalanýarlar. Olaryň diwarynyň galyňlygy 12 mm. Ýygnaýjy şinleriň symlaryny H_1 beýiklikde bir deň tekizlikde ýerleşdirýärler. Bu beýiklik gullyk ediji işgärleriň howpsyzlygy şert bilen kabul edilýär. Direg izolýatorlary 2 beton ýa-da polat diregleriň 3 üstünde ornaşdyrýarlar. Diregleriň arasyndaky aralyk 20m çenli bolýar. Aýryjylara 5 we öçürijilere gidýän 4 şahalanmalar ikinji gatda H_2 beýiklikde ýerleşdirilýär. Olaryň gerekli gatylygyny üpjüb etmek üçin 6 eňnitler ulanylýar.

Ýapyk görnüşli 6-35 kW naprýaženiýedäki PG hem ýokarky şekilli bolýarlar. Ýöne olaryň bir-birinden aralyklary we fazalaryň arasyndaky aralyklar kiçi alynýar. Sym hökmünde turba ýa-da gönüburçly we kersen görnüşindäki kese kesikli symlar ulanylýar.

Köp aralykly gaty symly tok geçirijileri maýyşgak ulgamy döretýär we g.u. döwründe döreýän elektrodinamik güýçleriň täsiri astynda yrgyldyly hereket gelýärler. Symlar egrelýärler we direglere basyş ýüki geçirýärler. Diregler hem käbir maýyşgaklykly bolýarlar. Symlaryň we izolýatorlaryň materiallarynda uly mehaniki naprýaženiýeler döreýärler. Tok

geçirijiler elektrodinamiki güýçlere döz gelip bilmeli, ýogny olar elektrodinamiki durmukly bolmaly.

12.1. Maýyşgak symly tok geçirijiler

Beýle görnüşli tok geçirijiler 20 ýyllarda daşarda gurnalan PG ilkinji gezek ulanyldy. Ol wagtlar elektrostansiýalaryň kuwwatlary uly däl, we olar entek ulgamlara birikdirilmändi. G.u. toklary ol wagtlar 5-10 kA ýokary däl. Şol sebäpli elektrodinamiki durnuklylygyň meseleleri orta çykmaýardy. Işçi toklar

600 A ýokary däl. Şonuň üçin geçirijiler hökmünde köpdamarly ýalaňaç şinler ulanylýardy. Olary şol wagtlar diňe ýeliň täsirine haçanda onuň daşynda buz doňanda ýa-da howanyň temperaturasynyň uly çäklerde üýtgänindäki täsirlere hasaplaýardylar. Symlary izolýatorlaryň könegi bilen polat ýa-da denirbeton direglerden asýardylar. Bu konstruksiýalaryň yhtybarlygy we yktsady artykmaçlyklary şübhe döretmeýärdi.

Soňra naprýaženiýeleriň 220-500 kV, iş toklaryň on münçlere çenli artmagy ýeke symlary bir näçä çenli köpeltmeklik zerurlygy çykdy. Şol bir wagtda-da olaryň kesesigini ulaltmaly boldy. Bu olaryň köp ýük göterme mümkinçiligini we täçli zaryadsyzlama döz gelmegini we ony azaltmaga getirdi. G.u. toklary bu wagtda çenli 50-80 kA çenli baryp ýetdi. Bu çertlerde maýyşgak tok geçirijileriň ýetmezçilikleri aýan boldy. Bu ýetmezçilikleriň esasyly :

- 1) g.u. zerarly elektrodinamiki güýçler döwründe bu ýymlar özleriniň ilki başdaky ýagdaýlaryndan üýtgeýärler;
- 2) Symlaryň çelme güýji direglere uly agram salýarlar;
- 3) Symlaryň hallan atmasy kööleýär we olar bir birine gaty ýakynlaşýarlar. Şol sebäpli bu hili tok geçirijili PG ýa-da podstansiýalaryň taslamasy edilende

esasy mesele bolup elektrodinamiki durnuklylyk saýlanyp öne çykýar.

12.2. Komplekt tok geçirijiler

Her fazasy ekranirlenen tok geçirijiler.

Komplekt tok geçirijiler diýlip izolenmedik gaty symdan ýasalan we daşynda metall gabykly geçirijilere aýdylýar. Bu geçirijiler sargytly edýän edara bilen ylalaşylyp ýörite zawodlar tarapyndan ýasalýarlar. Bu geçirijiler gurnalmaly ýerine çenli ölçegleri we massasy transport üçin amatly bolar ýaly bölekler görnüşinde eltilýär. Komplekt tok geçirijilerde izolýasiýa hökmünde köplenç howa ulanylýarlar, käbir halatlarda, hasam soňky wagtlarda elegaz ulanylýar. Elegaz ýokary naprýaženiýeler üçin ulanylýar.

Her fazasy ekranirlenen tok geçirijilerde her fazanyň symy öz direg izolýatorlary bilen ýere birikdirilen ekzanlar, ýagny gaplar bilen gurşalandyrlar. Bu aşakdaky ýagdaýlar sebäpli edilýär :

1. Hyzmat etmegi howpsyz etmek üçin .
2. Symlary we izolýatorlary tozan, çyg başga jisimler düşmezligi üçin .
3. Tok geçirijiniň çäginde fazara birikmeleri aradan aýyrmak üçin .
4. Daşky g.u. wagtynda symlaryň arasyndaky elektrodinamiki güýçleri azaltmak üçin.
5. Induktirlenen toklar sebäpli polat görkeriji konstruksiýalary, demirbeton diwarlaryň armaturasyny we başgalary gyzmasyny ýok etmek üçin.

Soňky iki talap, haçanda daşky magnit meýdan gapda induktirlenen toklar tarapyndan doly ýok edilse, ýagny

kompensirlense, ýerine etýär. Bu bolsa yzygider ýapyk ulgamy gaplarda bolup biler (ýagny TEN görk).

Suratdan görnüşi ýaly her fazanyň gabynyň seksiyasy bir-biri bilen kebşir edilendir. Tok geçirijiniň soňunda üç fazanyň hem gabygy kebşirlenen alýumin turba bilen birikdirilendir. Ekranlary diňe bir nokatda ýere birikdirýärler. Munuň üçin birikdiriji turbalary elektrostansiýanyň ýere birikdiriji konturlaryna birikdirýärler.

Şeýlelikde gabyklar ýapyk üçfazaly ulgamy emele getirýär/Iş düzgüni wagtynda olarda çäk bilen symlardaky toklara deňeçerrär tok induktirlenýär. Ýöne olaryň ugurlary bir-birine garşydyrlar. Olar gabyklaryň uzoboýunça perimetr boýunça deň bölünip akýarlar we bir gabykda beýlekilere geçýärler. Olaryň geometriki ýemi nula deň bolýar. Bu toklary çowlanma togundan aýyl-saýyl etmek üçin olary sirkulirlenme toklary diýip atlandyrýärlar. Sirkulirlenýän toklar daşky magnit meýdanyň geçirijä täsirini azaltýärlar. Eger gabykdaky sirkulirlenýän toklar fazanyň toguna deň bolsa we fazasy boýunça hem oňa gabat gelse, onda daşky magnit meýdan geçirijä hig hili täsir edip bilenok. Ýöne gabyklaryň aktiw garşylygy bolýar.

Sonuň üçin olaryň togy fazasy boýunça geçirijiniň togyna gabat gelenok. Bu bolsa daşky magnit meýdanyň täsiriniň doly ýok bolmagyna getirenok. Emma işçi düzgün wagtynda daşky magnit meýdan örän az, şol sebäpli demir konstruksiýalar induktirlenen toklar zerarly gyzmasy praktiki taýdan ýok diýen ýalydyr.

Şeýlelikde, üznüksiz ýapyk gabyklar ulgamy daşky magnit meýdanyň geçirijä täsirini örän azaldýär. Ondan başgada, g.u. döwründe gabyklaryň ekranirleýji täsirleri onuň täsirini hem azaltýar. Symlara täsir edýän elektrodinamiki güýçler esasan togyň aperiodiki düzüjisi tarapyndan döredilýär. Bu güýçler gabyk bar mahalynda onuň ýok mahalyndakydan bir näçe esse kiçi bolýar. Gabyga täsir edýän elektrodinamiki güýçler has hem kiçi bolýar. Ekranirlenen tok geçirijileriň bu

artykmaçlyklary reňkli metallaryň köp harçlanmagy, gabykda goşmaça ýitgileriň döremegi we daşky sreda ýylylygyň berilmeginiň azalmagynyň hasabyna gazanylýar.

13. Elektrik stansiýalaryň we podstansiýalaryň baş shemasy

Elektrogurnamalaryň shemalaryna bildirilýän talaplar.
Elektrogurnamalaryň shemalaryna bildirilýän talaplar gurnamalaryň özlerine bildirilýän talaplardan gelip çykýar. Bu talaplar aşakdakylar:

1. Stansiýalaryň, podstansiýalaryň elektrik shemalary olaryň işleýän şertlerine, garaşylýan düzgünlere, şeýle-de tehnologiýa shemasyna gabat gelmelidir;
2. Ulanyş amatlylygy, ýönekeýligi we ygtybarlygy, üýtgedip birikdirmeleriň azlygy elektrik enjamlara ýakynlaşmagyň amatlylygy;
3. Generatorlaryň transformatorlaryň, liniýalaryň işe girizilmegini aňsatlaşdyrmak üçin olaryň elektrik böleklerini gurmaklygyň amatlylygy;
4. Ykdysady amatly göwrümde gurnamanyň awtomatizirlemek mümkinçiligi;
5. Ýeterlik, ykdysady hakykatlandyrylan ygtybarlyk derejesi.

13.1. Ýylylyk kondensasion elektrostansiýalaryň shemalary

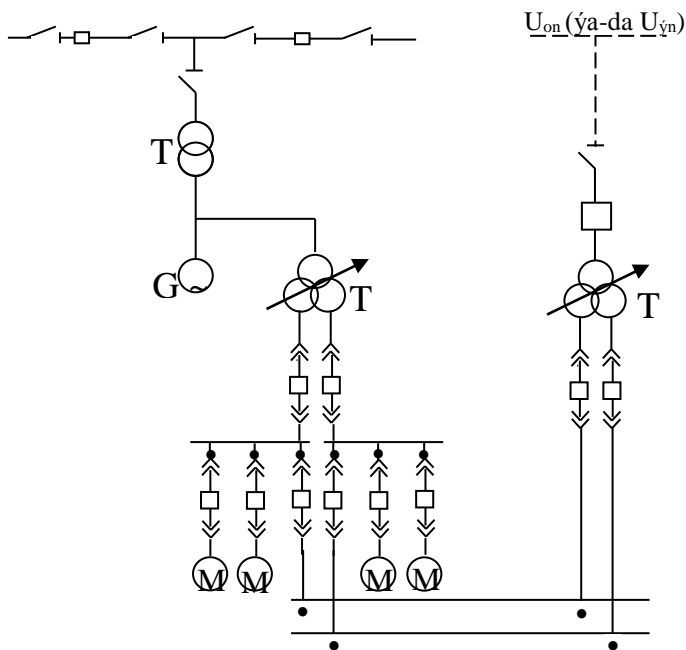
Ýylylyk kondensasion elektrostansiýalar 100, 500, 800 we 1200 MWt bloklardan ýygnalýarlar.

Ilki bloklaryň elektrik shemalaryna seredeliň. Köp ulanylýan shemalar aşakdakylardyr:

1. Generator ýokarlandyryjy transformator bilen gös-göni birikdirilen shema. Bu shemada hiç hili komutirleýji apparat ýokdyr. Generator bilen transformatoryň arasynda stansiýanyň özüne gerekli energiýasyny kanagatlandyrmak üçin birikdirme bolmagy mümkin. Olar hem ölçürijisiz birikdirilýärler. Bu blogyň ygtybarlygyny üpjün etmek üçin edilýär. Ölçürijiler transformatorlaryň ýokary naprýaženiýeli

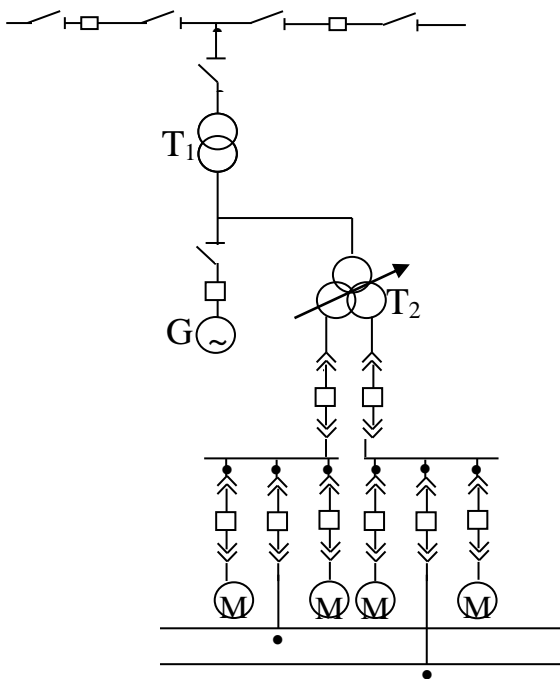
tarapynda goýulýarlar. Şeýle-de olar özüne gerekli energiýany üpjün edýän transformatoryň pes naprýaženiýeli tarapynda goýulýarlar. Şeýle blogyň shemasy 13.1-nji suratda görkezilen. Bu shemada T_1 -ýokarlandyryjy transformator. Ol generatory ulgam bilen birleşdirmek üçin gerek bolýar. T_2 transformator stansiýanyň özüne gerekli energiýany üpjün etmek üçin niýetlenen. Shemadaky elektrik hereketlendirijiler şu transformatorlaryň pes naprýaženiýasyndan iýmitlenýärler.

Transformator T_3 hem özüne gerekli energiýany üpjün etmek üçin niýetlenendir. Ol köplenç ýokary ýa-da orta naprýaženiýeli sete birikdirilýär.



13.1-nji surat. Generator ýokarlandyryjy transformator bilen gös-göni birikdirilen shema

2. Generatoryň soňunda öçüriji goýlan shema. Bu shema amatly, sebäbi generator işe goýberilende özüne gerekli energiýany berýän ulgam öçürilmeýär. Bu ulgam generatoryň ýygnaýjy şirinden iýmitlenýär. Şeýle shema 2-nji suratda görkezilen.



72

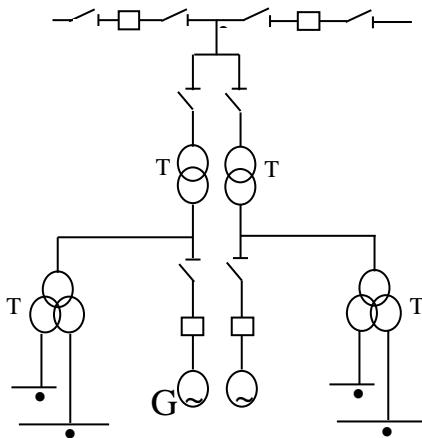
Generator tizligi sinhron bahasyna ýetende ol sinhronizirlenýär we öz öçürijisi bilen bloga birikdirilýär.

Eger zaýalanma ulgamyň teplemehaniki böleginde dörese, onda generatoryň öçürijisini öçürmeklik ýeterlikdir. Blogy öçürmeklik we generatory magnitsizlendirmek diňe ulgamyň elektrik böleginde zaýalanma emele gelende hökmandyr. Şol wagtda özüne gerekli energiýany berýän goşmaça transformatora geçirilmelidir.

Generatoryň öçürijisi hökmünde ýük öçürijisi ýörite generator üçin ýasylýar.

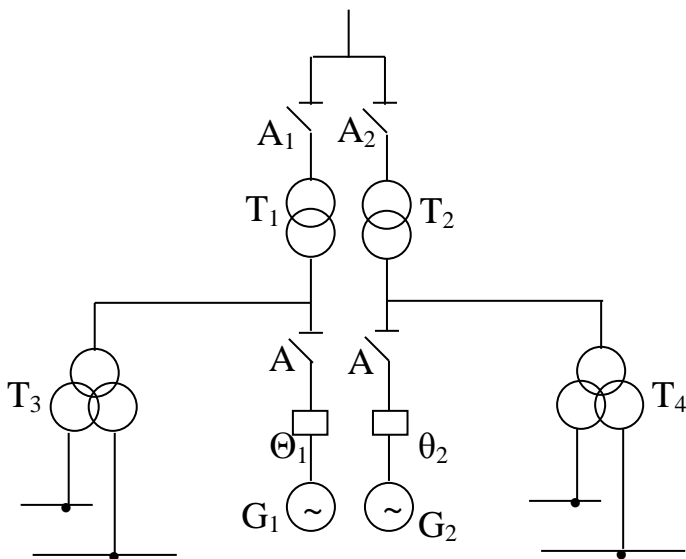
3. Ýokary naprýaženiýesi 500 kW we ondan-da ýokary elektrik stansiýalarda birleşdirilen blokly shema ulanylýar. Bu shema kähallatlarda ikilendirlen blokly shema hem diýilýär. Bu shemada iki sany blok stansiýanyň ýygnaýjy şinasyna umumy öçürijiniň kömegi bilen birikdirilýär. Şeýle shema uly naprýaženiýe tarapynda öçürijileriň sanyny azaltmaga mümkinçilik berýär. Ýöne bu ýerde iki generatory hem öçürüp boljaklygy göz önünde tutmaly. Olaryň biriniň işlemegi zaýаланан geneator öçürilen dersine dikeldilmeli.

Bu shemany ulanmakly awariýa düzgüniniň mümkinçilikleri bilen kesgitlenýär.



13.3-nji surat. Birleşdirilen blokly elektrik stansiýasy.

4. Kăbir stansiýalarda birleşdirilen blok howa liniýasy bilen birleşdirilen. Bu shema generator – transformator – liniýa, gysgaça GTL, diýilýär. Ol iň ýanyndaky podstansiýanyň ýygnaýjy şinalaryna birikdirilýär. Bu shemada ýokary naprýaženiýadaky öçürijini distansion usul bilen ugrykdymak göz öňünde tutylmaly. Ol blok stansiýadan uly daşlykda bolup biler. Bu shema gysga utgaşma togyny çäklendirmäge mümkinçilik berýär. Onuň shemasy aşakdaky suratda görkezilen.



13.4-nji surat. Howa liniýasy bilen birleşdirilen blogyň shemasy.

14. Kondension elektrik stansiýalaryň (KES) prinsipial shemalary

Kondension elektrik stansiýalar öndürilen energiýany setiň iki naprýaženiýa basgançagyna berýär: 1) ýokary naprýaženiýeli sete 330, 500 we 750 kW naprýaženiýalara; 2) orta naprýaženiýeli sete 500, 220 we 110 kW naprýaženiýada berilýär.

Elektrik stansiýanyň taslamasy edilende bloklary paýlaýjy gurnamanyň ýokary we orta naprýaženiýalaryň arasynda bölmeklik meselesi we bu naprýaženiýalaryň arasyndaky baglanşykly mesele durýar. Bu meseleler bloklaryň kuwwatlaryndan baglylykda we ýükleriň ýokary we orta naprýaženiýalaryň arasynda paýlanşykdan baglylykda çözülýär.

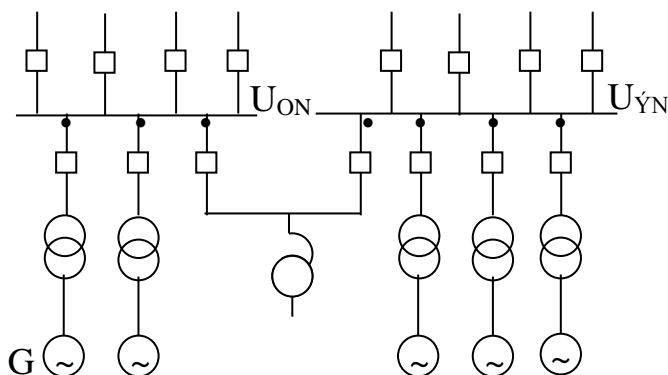
Köp ýaýran shema, haçanda orta we ýokary naprýaženiýeli ýygnaýjy şinalar awtotransformatorlaryň kömegi bilen baglanyşdyrylan shemalardyr. Bu shemalarda bloklar ýokary we orta naprýaženiýalaryň arasynda paýlananda arasyndaky kuwwat akymlyary minimal bolar ýaly edilip paýlanylýar.

Başlangyç awtotransformatory arkaly berilýän kuwwat setiň ýüküniň, stansiýanyň işçi kuwwatynyň, ulgamyň normal shemasynyň we başga sebäpleriň üýtgeýänligi üçin üçýgeýär. Bu awtotransformatorlaryň kuwwatlary iň kyn düzgünde ol ýa-da beýleki tarapa berilýän maksimal kuwwata gabat gelmeli. Başlangyç aşakdaky görnüşlerde bolup bilýärler:

1. Bir awtotransformator arkaly doly kuwwat bermeklik ýagdaýynda;
2. Ýarym kuwwaty berip bilýän iki awtotransformator arkaly;

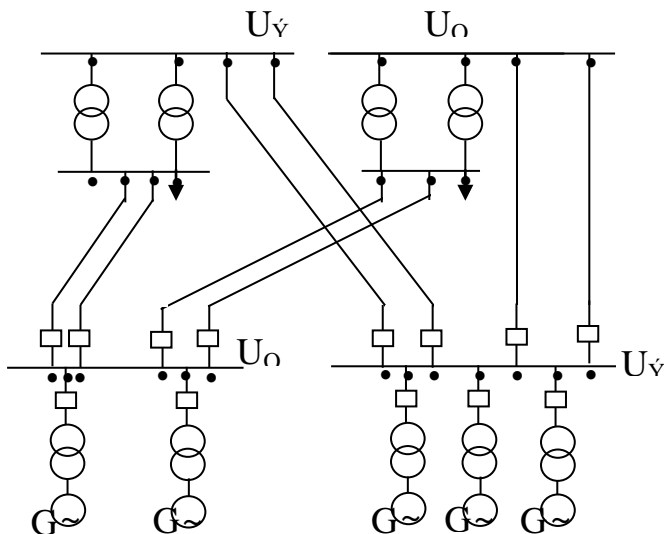
Wariantlary saýlap almaklyk elektrostansiýanyň iş düzgüni, ýokary we orta naprýaženiýalarda kuwwat

ätiýaçlygynyň barlygy, energoulgamyň ösüş perspektiwasy, onuň ygtybarly bilen baglydyr. Köplenç awtotransformatorlaryň kuwwaty blogyň kuwwatyndan uly bolmaýar. Awtotransformatorlaryň pes naprýaženiýeli sarymy özüne gerekli energiýany berýän ätiýaçlyk transformatory birikdirmek üçin ulanylýar. Şeýle baglanşykly shema aşakdaky suratda görkezilen.



14.1-nji surat. Ätiýaçlyk transformatory birikdiriliş shemasy.

2. Başga görnüşli başlanşyk awtotransformatorsyz amala aşyrylýar. Bu shemada bloklar ýokary we orta naprýaženiýeli P6 arasynda paýlanýarlar. Stansiýanyň iki bölegi podstansiýalardaky setiň kömegi bilen baglanyşdyrýarlar. Şeýle shemalaryň geçirijilik mümkinçilikleri stansiýalaryň düzgünine gabat gelende nokada laýyk. Şeýle stansiýalaryň shemasy 14.2-nji suratda görkezilen.



14.2-nji surat. Kondension elektrik stansiýalaryň

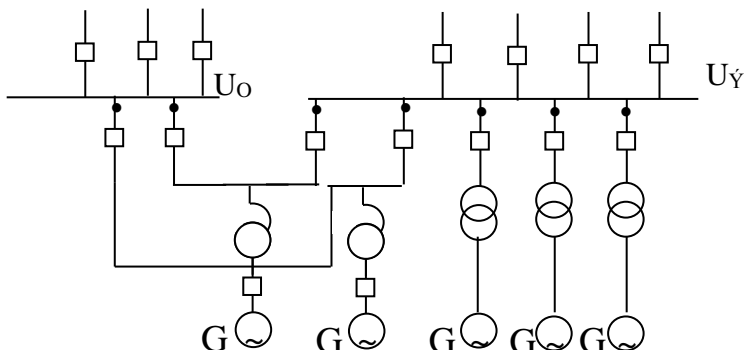
3. Käbir 200, 300 MWt kuwwatly blokly stansiýalarda ýokarlandyryjy transformator hökmünde awtotransformator ulanylýar. Bu awtotransformator şol bir wagtda ýokary we orta naprýaženiýeli PG arasyndaky baglanşygy hem ýerine ýetirýär. Bu shemalarda awtotransformatoryň kuwwatyny onuň pes naprýaženiýeli sarymynyň kuwwaty generatoryň kuwwatyna deň bolar ýaly edip alýarlar.

$$S_{N_{on}P} = S_{AT N_{om}} \cdot K_T = S_{G_{nom}} \quad (14.1)$$

ýa-da

$$S_{AT N_{om}} = \frac{S_{G_{nom}}}{KT} \quad (14.2)$$

K_T köplenç birden kiçi, şonuň üçin awtotransformatoryň nominal kuwwaty generatoryň kuwwatyndan uly bolup biler. Şeýle shema 14.3-nji suratda getirilen.



14.3-nji surat. Generatoryň awtotransformatory shemasy.

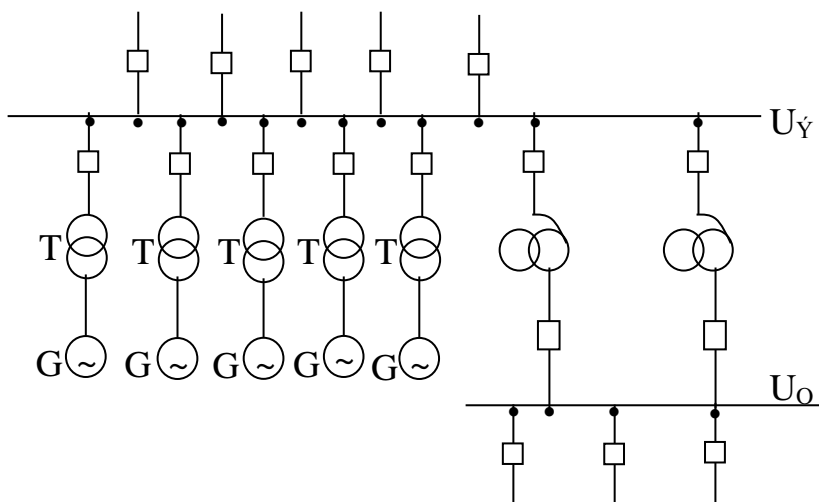
Bu shema iki düzgünde işläp bilýär. 1-nji düzgünde awtotransformator onuň pes naprýaženiýeli sarymyna birikdirilen generatoryň doly kuwwatyny ýokary naprýaženiýeli ýygnaýjy şine berýär. Ondanam başga orta naprýaženiýeli şinden ýokary naprýaženiýeli şine kuwwatyň bir bölegini berip bilýär.

2-nji düzgünde awtotransformator generatoryň kuwwatyny orta naprýaženiýeli şine berýär. Ýöne bu ýagdaýda ýokary naprýaženiýeli şinden orta naprýaženiýeli şine goşmaça kuwwat berip bilmeýär. Sebäbi awtotransformatoryň umumy sarymy aşa ýüklenmeli bolýar.

Bu shemanyň kemçilikleri aşakdaky ýaly. Awtotransformatoryň ölçegleri, massasy we bahasy uly bolýar. Kä halatlarda bir awtotransformatora derek iki sany üç fazaly awtotransformator ýa-da bir fazaly awtotransformatorylaryň tarapyny birleşdirmeli bolýar. Bu bolsa maksada laýyk däl. Şeýlede orta naprýaženiýeli şinada we pes naprýaženiýeli saryma birikdirilen zynjyrlarda gysga utgaşma togy uly bolýar.

Şonuň üçin 500 MWt blokly stansiýalarda bu shemany ulanmaklyk maksada laýyk däl.

4. Eger stansiýalaryň kuwwatlary uly bolsa we oňa orta naprýaženiýada birikdirilýän ýük az bolsa, hem-de elektrostansiýanyň ösmek perspektiroasy belli bolmasa, onda orta naprýaženiýada bloklaryň bir bölegini elektrik üpjünçiligini amala aşyrmak üçin ulanmak amatly däl. Bu kabul edijileri peseldiji awtotransformatorlaryň kömegi bilen ýokary naprýaženiýadan iýmitlendirýärler. Şeýle shema 14.4-nji suratda görkezilendir.

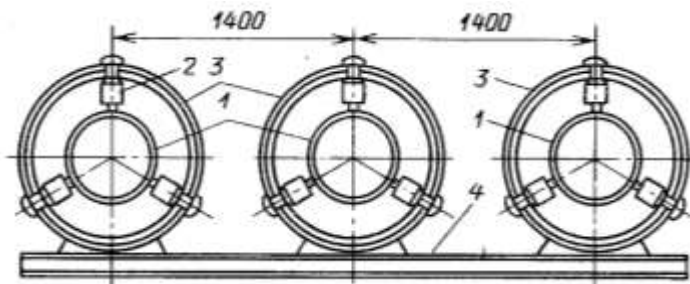


14.4-nji surat. Kabul edijileri peseldiji awtotransformatorlaryň shemasy.

15. Ýokary we orta naprýaženiýeli paýlaýjy gurnamalaryň (PG) shemalary

330-750 kW naprýaženiýeli PG shemalary örän ygtybarly bolmaly. Birikdirmeleriň sany köp bolanda iki ýygnaýjy şinaly ulgamlar ulanylýarlar. Olaryň görnüşleri $3/2$ we $4/3$, eger birikdirmeleriň sany az bolsa, ýönekeý we baglanşykly köpburçlyk görnüşli shemalar ulanylýar. 110-220 kW naprýaženiýeli PG özünde köp birikdirmeleri saklaýar. Bu ýagdaýda iki ýygnaýjy şinaly ulgam we üstibaşyr geçýän şinaly ulgamlar ulanylýarlar. Olarda her birikdirme üçin bir öçüriji peýdalanylýar.

Mysal hökmünde 15.1-nji suratda 4800 MWt we alty blokly KES-iň shemasy getirilen. Bloklaryň hersiniň kuwwaty 800 MWt, naprýaženiýallary bolsa we 330 kW-dyr. Shemanyň çyzylyşyny aňsatlaşdyrmak üçin özüne gerekli energiýany berýän transformator we aýryjylar görkezilen däl.



15.1-nji surat. Alty blokly kondension elektrik stansiýanyň shemasy.

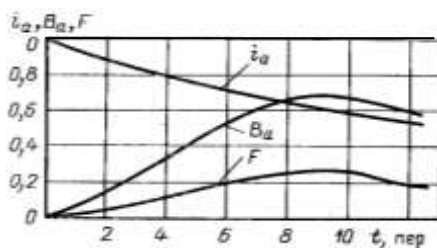
Suratdan görnüşi ýaly generator – transformator bloklarda ýük öçürijisi QW oturlan. 1000 MWt kuwwatly transformatorly dört blok 930 kW naprýaženiýeli ýygnaýjy şinalara birikdirilen. 3×330 kW MWt kuwwatly bir fazaly transformator tarapyndan duran iki blok 750 kW naprýaženiýeli ýygnaýjy şinalar ulgamyna birikdirilen. 330 we 750 kW naprýaženiýeli şinalar ulgamy bir-biri bilen iki topar bir fazaly

awtotransformatorlaryň kömegi bilen baglanyşdyrylan. 330 kW-lyk PG iki ýygnaýjy şinaly görnüşinde amala aşyrylan. Her üç şaha dört öçürijiniň kömegi bilen paýlaýjy gurnama birikdirilen.

750 kW-lyk PG altyburçlyk shema boýunça amala aşyrylan. Her PG birikdirme liniýalaryň we bloklaryň ýerini çalyşma arkaly amala aşyrmak göz önünde tutulýar.

15.1. Teplofikasion elektrik stansiýalaryň shemalary

Ilki teplofikasion elektrik stansiýalar 30 we 60 MWt kuwwatly agregatlar bilen amala aşyryldy. Olar ýylylyk we elektrik energiýalar bilen ýakynda ýerleşen şäher energiýa kabul edijilerini we senagat kärhanalaryny üpjün edýärler. Az-kem rekonstruksiýa edilenden soň olar häzir hem işleýärler. Elektrik kuwwatyň aglaba bölegini olar ýerli paýlaýjy gurnamalara berýärler. Olaryň naprýaženiýalary 6-10 kV we olar aralyk kiçi beketleri saklamaýarlar. Elektrik stansiýa beýleki stansiýalar bilen 110-220 kV naprýaženiýada amala aşyrylýar. Baş paýlaýjy gurnamanyň 6-10 kV naprýaženiýeli ýygnaýjy şinalaryna generatorlar, baglanşyk transformatorlary, paýlaýjy setiň liniýalary we özüne gerekli energiýany üpjün edýän ulgam birleşdirilýär. Bu 15.1.1-nji suratdaky shemada görkezilen.



15.1.1-nji surat. Birleşdiriji ulgamlaryň geçiş prosesleriniň häsiýetnamasy.

Ýygnaýjy şinalara bir näçe generator birikdirilse, onda gysga utgaşma togy örän uly bolýar. Ony çäklendirmek gerek, sebäbi seriýa laýyk öndürilýän öçürijileriň öçürip biliji toklaryň ululygy çäkli. Mysal üçin, 6-10 kW naprýaženiýa hasaplanan MT-10 kysymly öçürijiniň öçürip bilýän togy 105 kA. şu nukdaý nazardan ýygnaýjy şinalar seksiyalara bölünýärler we olary seksion reaktorlaryň we öçürijileriň üsti bilen birikdirilýärler. Seksiýalaryň sany generatorlaryň sany bilen narpaýženiýalardan bagly. Köplenç seksiyalaryň sany 2-den 4-e çenli bolýarlar.

Kiçi beketlerde we kabel liniýalarda togy ykdysady maksada laýyk bahalaryna çenli çäklendirmek amala aşyrylýar. Bu togyň kömegi bilen takmynan 10-15 kA barabardyr.

Paýlaýjy gurnamalaryň (PG) seksiyalaryň bir meñzeş tok bilen ýüklemeklik gerek we reaktorlar tok bölüji nokatlarda ýerleşdirilmeli. Diňe şeýle ýagdaýda seksiyalaryň normal düzgündäki naprýaženiýalary deň bolýarlar. Köplenç bu talaby ýerine ýetirip bolmaýar, sebäbi, baglanşyk transformatorlarynyň sany seksiyalaryň sanyna deň däl, olaryň kuwwaty hem hemişelik däl. Şonuň üçin normal düzgünde seksion reaktorlardan tok geçýär we seksiyalaryň naprýaženiýalary bir-birinden tapawutlanýar. Eger generatorlaryň bir bölegi öçürilse ýa-da baglanşyk transformatoryň biri aýrylsa, onda seksion reaktorlardan geçýän tok ulalýar. Şeýle ýagdaýda seksiyalaryň naprýaženiýalary hem bir-birinden uly tapawut edýär. Seksion ýygnaöjy şinalary gurşaw boýunça birikdirmeklik olaryň arasyndaky kuwwat çalşygyny gowulandyryýard.

Kä halatlarda seksion reaktorlary öçürijileriň ýa-da aýryjylaryň kömegi bilen şuntirmek naprýaženiýanyň normal bahasyndan üýtgemegini azaltýar. Ýöne bu ýagdaýda şinalardaky g.u. toklaryny barlap görmeli.

16. Baglanşyk transformatorlarynyň kuwwaty

ÝEM-i ulgam bilen baglanyşdyrýan transformator berilýän kuwwatyň ugruny üýtgetýän düzgünde işleýärler. Olar aşakdaky şertleri kanagatlandyrmaly:

1) beketi ulgam bilen baglanyşdyrýan transformatorlaryň kuwwatlarynyň jemi beketiň erkin kuwwatyny bermeklige mümkinçiligi bolmaly, ýagny generatorlaryň nominal kuwwatlarynyň jeminden, ýerli setlere berilýän kuwwatyň tapawudyna deň bolan kuwwaty ulgama berip bilmeli;

2) beketiň iň uly kuwwatly generatory öçürilen ýagdaýda ýerli energiýa kabul edijileri ýetmeýän kuwwat bilen üpjün edip bilmeli. Bu energiýa ulgamdan alynmaly.

Baglanşyk transformatorlary saýlap alanymyzda aşakdakylardan ugur almaly. Eger beketde bir baglanşyk transformatorlary goýulsa, mysal üçin, beketiň başlangyç etapynda, onda ol ugruny üýtgedýän kuwwaty bir ýa-da iki generator işläp ýagdaýyna gabat gelýär. Eger beketde üç ýa-da dört generator işleýän bolsa, onda olaryň kuwwatlaryny iki baglanşyk transformatorlarynyň kömegi bilen amala aşyrmaly. Bu transformatorlarynyň kuwwatlary ýokarda getirilen şertler tarapyndan kesgitlemeli.

Transformatorlar üç fazaly bolmaly. Naprýaženiýany baglanşyksyz sazlamak üçin, ýokary naprýaženiýeli tarapda ýük aşagynda sazlap bolýan gurnama bilen üpjün edilmeli.

16.1. Generator naprýaženiýeli PG shemalary

Takmynan 1960 ýyllara çenli ÝEM-leriň 6-10 kW naprýaženiýeli peýlaýjy gurnamalary iki ulgamda ýygnaýjy şinaly edilip ýerine ýetirilýärdi. Olar ikigat jaýlarda ýerleşdirilýärdi. Gurluşyk we montaj işleriniň göwrümi we bahasy uly bolýardy. Soňra PG bir ulgamly ýygnaýjy şinaly

bollyarlar, emma muña seretmezden ygtybarly iki ulgamly şinalardan pes bolmaýar. Bu PG 10 kW naprýaženiýada dört sany 60 MWt kuwwatly generator we iki sany 40 MWA kuwwatly baglanşyk transformator üçin niýetlenen. Ýygnaýjy şinalar 4 seksiya bölünen, olar özara seksion reaktorlaryň we öçürijileriň kömegi bilen gurşawa birikdirilen. Seksion reaktorlary şuntirmek üçin aşyryjylar göz önünde tutulan. Reaktorlary şuntirmek ýa-dadeşuntirmek diňe seksion öçüriji öçürilen ýagdaýda ýerien ýetirilip biliner. Gysga utgaşma togyny çäklendirmek üçin her seksiya üçin iki sany goşalandyrylan liniya reaktorlary ulanylýar. Özüne gerekli energiýany 10/6 kW naprýaženiýeli transformatorlaryň kömegi bilen alyp bolýar. Olar ýygnaýjy şinalara birikdirilýärler.

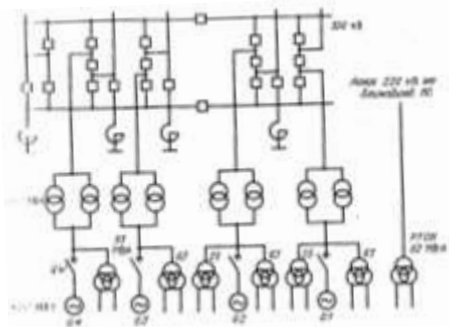
16.2. Ýokary naprýaženiýeli PG shemalary

110-220 kW naprýaženiýeli PG shemasy baglanşyk transformatorlaryň we gidýan liniýalaryň sanyndan bagly. Olar ulgamyň setiniň shemasy bilen baglanşdyrylmaly. Eger birikdirmeleriň sany alty-sekiz bolsa PG-ny hökman iki ulgamly ýygnaýjy şinaly we üçünji gapdaldan geçýän şinaly edip gurnamaly. Birikdirmeleriň sany az bolsa, onda PG haýsam bolsa ýönekeý shema esasynda ýa-da köp burçly shema boýunça amala aşyrylyp biliner. Köp ÝEM-lerde ýokary naprýaženiýeli ýygnaýjy şinalar bolmaýarlar. Bu ýagdaýda transformatorlar liniýalar bilen bloga birikdirilýärler we olar ýakynda ýerleşen düwün kiçi beketiniň ýygnaýjy şinalara çatylýarlar.

30-60 MWt kuwwatly we ýokarda agzalan shemaly köp ÝEM-lerde ýylylyk energiýasynyň köp sarp edilmegi sebäbi olary giňeltmek meselesi ýüze çykýar. Şeýle beketlerde 60-100 MWt kuwwatly generatorlary ýokarlandyryjy transformatorlar bilen bir bloga birikdirmek we olary ýokary naprýaženiýeli PG birikdirmek maksada laýyk gelýär. Şeýle edilen 10 kW naprýaženiýeli PG rekonstruksiya etmeklik hökman däl.

120-200 MWt kuwwatly agragatly ÝEM-leriň elektrik shemalary.

Örän uly kuwwatly seganat kärhanalaryny we uly şäherleri iýmitlendirmek üçin niýetlenen ÝEM-leriň kuwваты 1000 MWt we ondan hem uly bolýar. Bu ÝEM-lerde tygşytly 120, 165, 200 MWt kuwwatly agregatlary ulanmaklyk maksada laýykdyr. ÝEM-iň esasy kuwваты 110 kW naprýaženiýa bilen peseldiji kiçi beketlere berilýär, soňra 6-10 kW naprýaženiýa bilen zawodyň ýa-da şäheriň territoriýalaryna paýlanýar. Şeýle ÝEM-ler ulgam bilen 110-220 kW naprýaženiýada baglansyp biliner. Şeýle shema 120 MWt kuwwatly generatorlar üçin 23-nji suratda görkezilen. Bu shemada 110 we 220 kW iki basgançak göz önünde tutulan. 110 kW PG iki ulgamly we gapdaldan geçýän şinalar bilen üpjün edilen. Olara 12 sany liniýa we üç bloga birikdirilen agregatlar birikdirilýärler. Dördünji generator 250 MWt kuwwatly üç sarymly awtrotransformatoryň üsti bilen 110 we 220 kW naprýaženiýeli PG birikdirilen. Başynjy generator 220 kW naprýaženiýeli PG birikdirilen. Ulgam kW-lyk liniýanyň kömegi bilen birikdirilýär. 220 kW-lyk PG kwadrat shema boýunça amala aşyrylan.



16.2.1-nji surat. 110 we 220 kW PG elektriki birikdirmeleriniň shemasy.

17. Transformator podstansiýalaryň shemalary

Transformator podstansiýa diýip, elektrik energiýany tygşytlý peýdalanmak üçin, setiň naprýaženiýesiini öwürmek we ony daş aralyklara bermek üçin niýetlenen elektrogurnama düşünilýär. Transformator podstansiýa aşakdaky böleklerde durýar: 1) bir ýa-da bir näçe transformatorlardan (awtotransformatorlardan); 2) ýokary naprýaženiýeli paýlaýjy gurnamadan; 3) peseldilen naprýaženiýeli paýlaýjy gurnamadan (pes we orta); 4) kömekçi gurnamalardan. Podstansiýalarda sinhron kompensatorlar, statiki kondensatorlar we şuntirleýji reaktorlar goýlup biliner.

Podstansiýalaryň klaslara bölünişi kyn, sebäbi onuň esasynda dürli alamatlar goýlup biliner.

Podstansiýalaryň baş shemalaryny eýýäm işlenip düzülen ulgamlaryň ösüş shemalary ýa-da etrap setleriniň shemalary esasynda taslama edip bolar. Baş shema aşakdakylary üpjün etmeli: 1) podstansiýa birikdirilen energiýa kabul edijileriň normal we awariýadan soňky düzgünlerdäki ygtybarly işlerini olaryň kategoriýasyna baglylykda üpjün etmeklik; 2) ýokary naprýaženiýeli paýlaýjy gurnamalaryň üsti bilen ulgamlara we magistral liniýalara energiýa geçirmekligi ygtybarly üpjün etmeklik; 3) orta we pes naprýaženiýeli taraplarda gysga utgaşma toklarynyň ykdysady maksadalaýyk bahalaryny üpjün etmeklik; 4) podstansiýanyň ýuwaş-ýuwaşdan giňeltmekligini üpjün etmeklik; 5) awariýa garşy awtomatikanyň talaplaryna gabat gelmeklik.

17.1. Podstansiýalarda ulanylan transformator we awtotransformatorlar

Podstansiýada transformator ulanmalymy ýa-da awtotransformator diýen sorag birleşdirilýän setleriň işçi ýerebirikdirmelerinden baglylykda çözülýär. 110 kW we ondan hem ýokary naprýaženiýeli effektiw zeminlenen setleri

awtotransformatorlaryň kömegi bilen birikdirýärler. Bu ýagdaýa diňe bir fazaly gysga utgaşmanyň togyny çäklendirmek gerek bolan ýagdaý girmeyär. Awtotransformatorlaryň pes naprýaženiýeli sarymlaryna zeminlenmek we kompensirlenen setler birikdirip biliner. Effektiv zeminlenen setler zeminlenmedik we kompensirlenen setler bilen, ýele-de iki sany zeminlenmedik we kompensirlenen setler diňe transformatorlaryň kömegi bilen baglanyşdyryp biliner.

Ýokary naprýaženiýesi 500 kW çenli podstansiýalarda düzgün boýunça üç fazaly transformatorlar goýulýarlar. Bu düzgüne örän uly kuwwatly, podstansiýalar ýa-da transformatorlary transport etmeklik kyn bolan ýagdaýlar girmeyärler. Bu ýagdaýlardaiki sany goşalandyrylan üç fazaly transformator ýa-da üç sany bir fazadan ýygnaýan topar ulanylýar.

Eger bir fazaly transformatorlar topary ýeke bolsa, onda rezerw faza göz önünde tutulýar. Bu faza zaýалан transformatorlara derek peremyçkalaryň kömegi bilen naprýaženiýa aýrylan wagty birikdirip bolýar. Bir fazaly transformatorlar topary iki bolsa, onda rezerw fazanyň gerekligi ýa-da ýoklugy orta naprýaženiýa setinde rezerw baglanşygyň barlygy bilen kesgitlenýär. Zaýаланan transformatorlary rezerw bilen çalyşmaklyk bu transformatory bir fundamentden başga fundamente geçirmek arkaly çözülýär.

Podstansiýada iki transformatordan köp goýmaklyk maksada laýyk däl. Şeýle podstansiýalarda orta we pes naprýaženiýeli setlerde rezerw baglanşygyň ýok ýagdaýynda her transformatorlaryň kuwwatyny podstansiýasynyň maksimal hasap kuwwatyndan 0,65-0,7 deň bolar ýaly edip kabul edýärler. Eger bir transformator zaýаланan ýagdaýynda ikinji transformator goýberip bolýan aşakyüklenme bilen normal elektrik üpjünçiligi amala aşyrmaga hötde gelmeli. Bu awariýa ýagdaýynda bolup biler. Bu ýagdaýda ýagyň temperaturasy

115⁰ C we sarymlaryň maksimal temperaturalary 140-160⁰ C çäk bilen çäklendirmeli.

Podstansiýanyň awariýa düzgüniniň wagtyňy çäklendirmek üçin 25-32 MWt kuwwata çenli rezerv transformatorlar ulanylýar. Olary awariýa bolan podstansiýa awtoulaglaryň kömegi bilen eltilýärler. Bu operasiýa üçin 1-den 5-e çenli sutka wagt goýberilýär. Hereket edýän rezerv transformator ulanylanda bu wagt örän az bolýar.

Iki transformatorly podstansiýalaryň kuwwatyny köpeltmek üçin öňki transformatorlary täze, has uly kuwwatly transformatorlar bilen çalyşýarlar. Munuň üçin podstansiýanyň taslamasy edilende kommutasion apparatlaryň we şinalaryň kese we toklary göz önünde tutulmaly.

Bir transformatorly podstansiýalar 3-nji kategoriýaly kabul edijileri etrapda goşmaça transformatorlar bar ýagdaýynda we ony işe bir sutganyň dowamynda girizilip bolunýan ýagdaýynda ulanylýar. Ondan-da başga bu podstansiýalar birinji we ikinji kategoriýaly kabul edijileri orta we pes naprýaženiýeli taraplarda rezerv üpjün edilen ýagdaýynda ulanyp bolar.

Ýokary naprýaženiýesi 110-220 kW we peseldilen naprýaženiýalary 35 we 6-10 kW podstansiýalarda üç sarymly 110-220 (35) 10-6 kW transformatorlar ulanylýar.

18. Podstansiýalardaky transformatorlaryň iş düzgünleri

Bir näçe transformatorly podstansiýalarda ähli transformatorlary birikdirilen ýagdaýynda saklamaly. Bu podstansiýanyň ýüki sutkanyň we ýylyň dowamynda üýtgemelere sezewar bolýanlygyna garamazdan şeýle edilýär. Eger düzgün üýtgände transformatorlaryň bir näçesini öçürmeklikden gelýän tygşytlylyk gaty uly däl. Şol bir wagtda-da öçürmeklik bir näçe gerekmejek üýtgamelee getirýär. Transformatory öçürenimizde onda aşanapryženiýa emele gelýär, birikdiren wagtymyz bolsa geçişli tok döreýär. Uly tok transformatoryň sarymlarynda uly elektrodinamiki güýçleri döretýär, bu bolsa olaryň sarymlarynyň berkitmelerini gowşadýar. Ondan başga-da transformatorlary ýygy-ýygydan birikdirip –aýyrmak kommutirleýji gurnamalaryň zaýalanmagyna getirýär.

18.1. Podstansiýalardaky transformatorlaryň napryženiýalany sazlamak

Podstansiýalarda goýulan transformatorlar hökman iş wagty napryženiýesiini sazlap bolýan bolamly. Bu ýagdaýda kiçi kuwwatly, pes napryženiýesi 380/220 W bolan transformatorlar girmeýärler. Eger podstansiýada awtotransformatorlar ulanylan bolsa we onuň üçünji sarymyna kabul ediji birikdirilen bolsa, onda pes napryženiýeli tarapyna liniýaly sazlaýjy transformator birikdirmeli. Bu pes tarapyň napryženiýesiini sazlamaga mümkinçilik berýär.

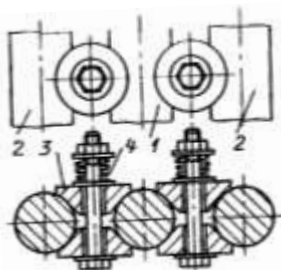
18.2. Ýokary napryženiýeli paýlaýjy gurnamalar

Ýokary napryženiýeli PG shemalary podstansiýanyň setdäki orny, setiň napryženiýesi, birikdirmeleriň sany bilen

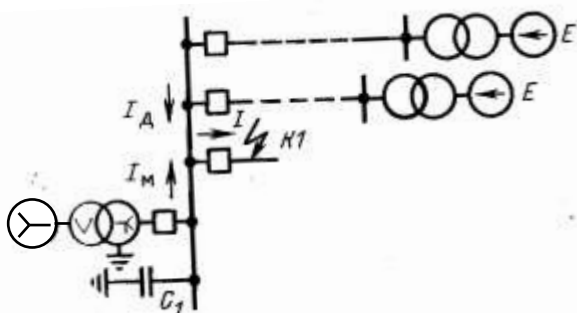
kesgitlenýärler. Setdäki eýelenýän orny boýunça ýokary naprýaženiýeli podstansiýalar aşakdakylara bölünýärler: düwünli, geçýän şahalara birikýän we soňlaýjy podstansiýalar. Üç we ondan-da köp liniýaly 330 kW we ondan hem ýokary naprýaženiýeli podstansiýalary düwünli podstansiýalaryň hataryna goşýarlar. Düwünli podstansiýalar ulgamda köp däl. Düwünli we geçip gidýän podstansiýalar transit podstansiýalar bolýarlar, sebäbi liniýadan berilýän kuwwat podstansiýanyň ýygnaýjy şinalarynyň üsti bilen geçýär.

18.3. Ýokary naprýažneiýaly PG elektrik shemalary

330 kW we ondan hem ýokary naprýaženiýeli PG birleşdirmeleriň sanyndan baglylykda gurşaw görnüşde ýerine ýetirilýär: eger birikdirmeleriň sany üç, dört bolsa, onda üçburçlyk ýa-da kwadrat görnüşde birikdirmeleriň sany baş, alty bolsa transformator-şina görnüşde liniýalary iki öçürijiniň kömegi bilen birikdirýärler; ýedi we sekiz birikdirme bolanda transformator-şina görnüşde, yöne liniýalar $\frac{3}{2}$ shema boýunça birikdirýärler, birikdirmeleriň sany sekizden köp bolanda olary bir ýarym shema boýunça birikdirýärler.



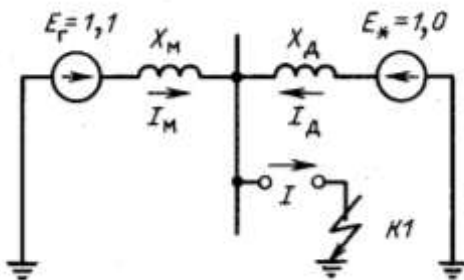
18.3.1-nji surat. Liniýany $\frac{3}{2}$ shema boýunça birikdirýän şina-transformator shema.



18.3.2-nji surat. Bir ýarym shema.

Ýokarda getirilen shemalar bir görnüşe degişlidir we olary podstansiýanyň ösmegi boýunça ýönekeý görnüşden çylşyrymly görnüşe geçirmeklik aňsat bolýar.

220 kW naprýaženiýeli PG üç-dört birikdirme bolanda gurşaw görnüşli ýerine ýetirilýär. Bu shemada liniýalar we transformatorlar aýryjylaryň we bölüjileriň kömegi bilen üçburçlygyň ýa-da kwadratýň burçlaryna birikdirilýärler. (18.3.3-nji surat).



18.3.2-nji surat. 220 kW PG.

Getirilen shemada öçürijileriň sany minimal bolýar. Olaryň ýetmezçiligi liniýa ýa-da transformator zaýalananda, olaryň ikisini hem öçürmeli bolýar. Zaýаланan zynjyry bölüjiniň kömegi bilen öçürip bolýar we täzeden öçürijileri birikdirmek arkaly shemanyň normal düzgüni amala aşyrylýar. Bu operasiýalar awtomatizlenýärler.

110-220 kW naprýaženiýalary PG üçin, haçanda birikdirmeleriň sany ýedi we ondanda köp bolanda, iki şinalar ulgamyny we gapdaldan geçýän ulgam bilen ulanylýar.

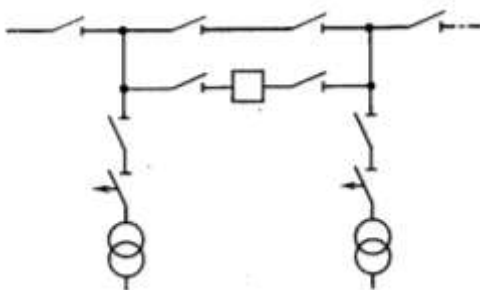
Birikdirmeleriň sany 10 çenli bolan 110-220 kW PG, haçanda goşаланan liniýalar ýa-da başga podstansiýadan rezerwleşdirilen liniýalar ulanylanda PG seksionirlenen şinalar we gapdaldan geçýän şinalar bilen üpjün edilip biliner. Liniýalaryň sany dört we transformatorlaryň kuwwaty 63 MWt çenli bolanda, transformatorlary ýygnaýjy şinalara bölüjileriň kömegi bilen birikdirip bolar.

110-220 kW naprýaženiýeli üstünden geçýän podstansiýalarda iki tarapda iýmitlenýän liniýalary bir öçürijili we remont peremyşkany iki sany normal ýagdaýda ýazdyrylan aýryjylaryň kömegi bilen amala aşyryp bolar.

Şol bir wagtda transformatorlar liniýa iki tarapyndan hem aýryjylar we bölüjiler birikdirilen öçürijileriň kömegi bilen birikdirmeli. Şeýle shema ulanylanda liniýa çepden we sagdan zaýаланanda zaýаланan bölek transformator bilen

bilelikde aýrmary. Bu bölegiň işi zaýаланan liniýanyň aýryjysyny öçürenimizden soň we öçürijini gaýtadan birikdirenimizden soň amala aşyryp biliner.

Transformator zaýаланan ýagdaýynda we soňa degişli liniýa bölegi öçürilende transformator aýrmary we liniýa täzeden birikdirmeli. Şeýle shema 18.3.4-nji suratda görkezilen.



18.3.3-nji surat. 110-220 kW PG bir öçürijili üstünden geçýän podstansiýa üçin.

Bölüjiniň üsti bilen birikdirilen transformatorly shemalarda transformatorlary liniýa öçürijileriň kömegi bilen öçürýärler. Kä halatlarda bu öçürijiler uzak aralykda ýerleşen bolýarlar. Öçüriji impulsly şeýle öçürijilere ýörite baglanşyk liniýalarynyň kömegi bilen berýärler. Şeýlede shemalar hem ulanylýar.

Gysgautgaşdyryjy birigende emeli g.u. döredýär. liniýalaryňtogy birden ulalýar we liniýa goragy herekete gelýär. Ol liniýany transformator bilen birlikde öçürýär.

Liniýa we transformatory öçürmegiň doly wagty 0,5-0,8 s düzýär ol goragyň, gysgautgaşdyryjynyň, liniýa goragynyň we liniýa öçürjisiniň işleýän wagtларыndan bagly.

Transformator öçenden soň arakesme emele gelýär. Bu wagt tok ýoklygyny barlamak üçin gerek. Şondan soň aýryjy

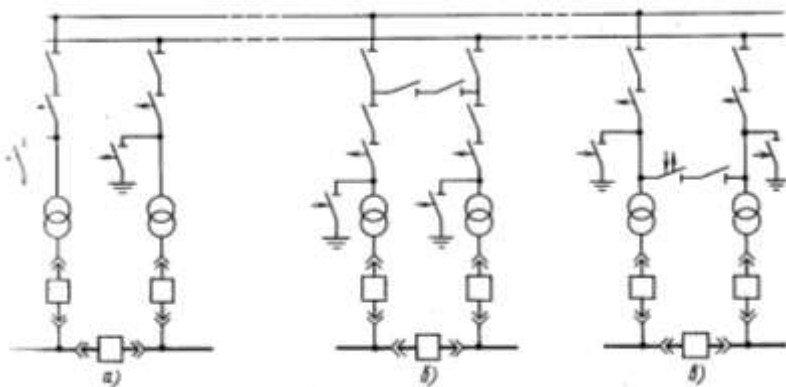
öçýär, ol otnositel haýal herekete gelýär. Diňe şondan soň liniýa gaýtadan birikýär.

Bölüjiniň we gysgautgaşdyryjynyň transformatorlar öçürilendäki barlamak üçin el bilen dolandyrylýan aýryjylar göz önünde tutulýarlar.

35 kW ýokary naprýaženiýeli PG birikdirmeleriň sany ona çenli bolanda ýekeleýin ýygnaýjy şinalar ulgamy bilen üpjün edilýärler. Eger birikdirmeleriň sany ondan köp bolanda goşalanan şinalar ulgamyny ulanmak rugsat berilýär.

Parallel liniýalara birikdirilýän 110-220 kW ikitransformatorly podstansiýalar aýratyn orun tutýarlar. Olaryň sany örän köp. Olar üçin dürli, öçürijisiz, kysymly shemalar ulanylýar:

1) Transformatorlary liniýalara aýryjylaryň, bölüjileriň we gysgautgaşdyryjylaryň kömegi bilen birikdirilýän shemalar .



18.3.4-nji surat. Peremyčkanyň goşa liniýa birikdirilýän podstansiýa.

2) Aýryjynyň, bölüjiniň we gysgautgaşdyryjynyň üsti bilen goşa liniýa birikdirilýän blokly shema. Bu shema normal

ýagdaýda ýazdyrylan aýryjyly peremyçka bilen üpjün edilýär. Peremyçka liniýa tarapdan biekdirilýär.

3) Liniýada aýryjyly, bölüjili we gysgautgaşdyryjyly blokly shema. Bu shema transformatorlar üçin iki tarapa täsir edip bilýän bölüji bilen amala aşyrylan perepyçka bilen üpjün edilýär.

Peremyçkasyz blokly shema liniýalaryň uzynlygy az bolanda ulanmaklyk amatly bolar. Sebäbi, bu ýagdaýda liniýalaryň transformator bilen öçürilmeginiň mümkinçiligi örän az. Bu shemanyň ýetmezçiligi bozulma sebäpli işde diňe bir transformator galýar. Bu transformator bozulma döwri aşýuklenmeli bolýar.

Aýryjy bilen peremyçka edilen shemada iki transformator hem işde galýar we bir liniýa birikdirilýärler

Bölüji arkaly peremyçka edilen shema liniýa zaýalananda we onuň zynjyryndaky transformator öçürilende, ony gaýtadan beýleki liniýa birikdirmek mümkinçiligini üpjün edýär.

Öçürijisiz işleýän shemalaryň ygtybarlygynyň pesligi sebäpli bu shemalar gitdigiçe az ulanylýarlar. Olaryň deregine öçürijili blokly shemalar we köpri görnüşli shemalar köp ulanylyp başladylar.

18.4. Orta naprýaženiýeli PG shemalar

35-220 kW naprýaženiýalar üçin norma aşakdakylary ulanmagy maslahat berýär.

1) 35 kW PG – ýekeleýin seksionirlenen ýygnaýjy şinalar ulgamy. Eger birikdirmeleriň sany 12 we ondan-da köp bolsa, onda goşalanan şinalar ulgamyny ulanyp bolar.

2) 110-220 kW naprýaženiýeli PG – birikdirmeleriň sany alty çenli şaýle-de parallel liniýalar köp bolanda ýa-da liniýalar

rezew podstansiýalardan iýmitlenen bolanda 10 birikdirmä çenli ýekeleýin ýygnaýjy şinalar ulgamy we gapdaldan geçýän şinalar ulgamy bilen üpjün edilýärler.

3) 110-220 kW PG – birikdirmeleriň sany 7 we ondan hem köp bolanda goşalanan şinalar ulgamy we gapdaldan geçýän şina ulgamy, birikdirmeleriň sany 16 we ondan hem köp bolanda seksionirlenen iki şinalar ulgamy we gapdaldan geçýän şina bilen üpjün edilýär.

Pes naprýaženiýeli PG.

6-10 kW PG üçin ýekeleýin, seksionirlenen şinalar ulgamyny ulanmak maslahat berilýär. Gysga utgaşma togyny azaltmak üçin seksiýa öçürijileri normal ýagdaýda ýazdyrylan bolmaly. Transformator öçen ýagdaýynda seksion öçüriji ATB gurnamasy tarapyndan awtomatiki suratda işe girizilýär. Eger g.u. togyny çäklendirmek talap edilse, onda şahalandyrylan ikinji sarymly transformatorlary ulanmaklyk maslahat berilýär.

19. Elektrik stansiýalaryň özüne gerekli energiýasynyň üpjün edýän bölegi

19.1. Umumy ýagdaýlar

Elektrik stansiýanyň ygtybarly we tygşytlý işlemegini üpjün edýän goşmaça we kömekçi elektrik enjamlara onuň özüne gerekli energiýasynyň üpjün edýän ulgamy diýlip düşünilýär. Bu enjamlaryň hataryna herekete getirijiler bilen üpjün edilen işçi mehanizmler, ähli görnüşli elektroenergiýäni kabul edijiler, elektrik setler, paýlaýjy gurnamalar, peseldiji transformatorlar, elektroenergiýäniň baglanşyksyz çeşmeleri, şeýlede dolandyrys ulgamlary girýärler.

Özüne gerekli energiýany üpjün edýän ulgamyň kuwwaty we kabul edýän energiýesi elektrik stansiýanyň görnüşinden, ýangyjyň görnüşinden, turbinanyň kysymyndan we kuwwatyndan we başgalardan bagly bolýar. Aşakda dürli görnüşli elektrostansiýalaryň maksimal ýüküniň umumylaşdyrylan sanlary getirilen. Ol elektrostansiýanyň gurnama kuwwatyndan göterim görnüşde berilen.

1. AES : a) suw ýylylyk göterijili bolanda 5-8
b) gaz ýylylyk göterijili bolanda 5-14
2. KES : a) tozan görnüşli kömür ýangyçda 6-8
b) gaz-mazut ýangyçda 3-5
3. GES : a) uly kuwwatly 0,5-1,0
b) kiçi we orta kuwwatly 2-3

Özüne gerekli energiýany berýän ulgam örän ygtybarly işlemeli. Bu ulgamlar 1-nji kategoriýaly üpjünçilik ulgamlaryna degişlidirler. Şonuň üçin olar iki sany bir-birinden bagly bolmadyk çeşmelerden iýmitlenmeli. Elektroenergiýa bilen üpjünçilik diňe rezervi awtomatiki işe girizýän ulgamyň hereket gelýän wagty bilen çäklendirilýär.

Gulluk edýän adamlaryň jan saglygy we esasy elektrik enjamlaryň zaýalanmazlygy bilen bagly elektrik enjamlary

üpjün edýän gurnamalar üç sany bir-biri bilen bagly bolmadyk çeşmelerden iýmitlenmeli : iki sany işçi we bir sany rezew çeşmeler.

Özüne gerekli energiýäni üpjün edýän ulgamlara bildirilýän ikinji esasy talap bu onuň tygşylylygydyr. Beýle diýildigi ygtybarlyk iň az çykdajyly kapital goýumlar we elektroenergiýäni az hatçlamak arkaly amala aşyrylmalydyr.

Häzirki zamanda köpçülik tarapyndan ykrar edilen ýönekeý, tygşyly we ygtybarly ulgam, bu haçanda gerekli energiýt stansiýanyň öz generatoryndan we elektrik ulgamdan alynsa emele gelýär.

19.2. Ýylylyk elektrik stansiýalaryň özüne gerekli energiýasyny üpjün edýän ulgamlary

Özüne gerekli energiýäni üpjün edýän ulgamyň işçi maşynlaryny iki sany deň bolmadyk böleklere bölüp bolýär : 1) esasy agregatlaryň işini üpjün edýän işçi maşynlar : gazablar, bug turbinalary, generatorlar ; 2) umumy stansiýa degişli, emma esasy agregatlaryň işine dahyly bolmadyk işçi maşynlar.

Esasy işçi maşynlar we olaryň priodlaryna aşakdakylar degişli :

1. Gazanlary iýmitlendirýän nasoslar 200 MWt kuwwata çenli bloklar üçin iki sany elektrodwigatel, olaryň biri işçi, beýlekisi bolsa rezew. Kã halatlarda bu maksat üçin iki sany 50% kuwwatly işçi nasos hem goýlup biliner. 300 MWt kondensasion bloklar we 250MWt teplofikasion bloklar üçin truboprowod bilen üpjün edilen iýmitlendiriji nasos, ýa-da, 50% kuwwatly iki sany turbonasosly dwigateller ulanylyp biliner.

2. Çekiş-üfleýiş işçi maşynlary. Seýreklenme bilen işleýän gazanlar üfleýän wentilýatorly bolýarlar. Olar gazanyň ýangyç ýanýan ýerine howa üfleýärler. Ýanan gazlary çekip çykarmak üçin tüsse sorujylar ulanylýar. Bu agregatlar iki tizlikli, DAZO ýa-da AO kysymly asinhron dwigateller bilen herekete getirilýärler. Bu dwogatelleriň öndürjiligi polýuslaryň sanyny üýtgedip birikdirmek arkaly amala aşyrylýar.
3. Sirkulýasiýa we kondensat nasoslary. Sirkulýasion nasoslar sowadyjy suwy kondensatoryň, turbasyndan akdyryp geçirýär. Kondensat nasoslar kondensatlary çekip çykarýarlar. Kondensat nasoslaryň öndürjiligi sazlamagy talap edmeýärler. Sirkulýasion nasoslaryň öndürjiligi sazlanmagy talap edýär. Kondensat we sirkulýasion nasoslar dikligine ýerleşen asinhron dwigateller bilen herekete getirilýärler. Sirkulýasion nasoslar öndürjiligi sazlamak üçin iki tizlikli asinhron dwigateller tarapyndan herekete getirilýärler.
4. Ýangyç taýýarlaýan işçi maşynlar. Bu maşynlara harazlar, harazlaryň wentilýatorlary, tozany iýmitlendirijiler we başgalar girýärker. Iki görnüşli haraz ulanylýar : şar we çekiç görnüşli. Çekiç görnüşli harazlar asinhron dwogateller bilen herekete getirilýär. Olaryň rotorlary ikilenen öýjükli rotorly bolýarlar, sebäbi olaryň iş düzgünleri agyr düzgünde işleýärler. Az tizlikli şar görnüşli harazlar sinhron dwogateller bilen herekete getirilýärler. Owradylan ýangyjy bermek üçin tizligi sazlamak talap edilýär. Şonuň üçin olary henişelik toguň dwigatelleri bilen üpjün edýärler.
5. Ýaglamany we turbinany sazlaýjy ulgamlaryň işçi maşynlary.

Bu mehanizmler aýratyn jogapkärli işçi maşynlardyr. Bular zaýаланan ýagdaýynda turbinanyň özi ; hem saýalanyp bilýär. Kā halatlarda turbogeneratoryň podşipnikleri hem zaýаланmagy mümkin.Şonuň üçin olar rezerw maşynlar bilen üpjün edilýärler. Mysal üçin 300 MWt kuwwatky turbinanyň sazlaýjy ulgamyny üç sany ýag nasosy bilen üpjün edýärler : özara çalşyp bolýan işçi nasos asinhron dwogatel bilen üçinji awariýa nasosy hemişelik toguň dwogateli bilen üpjün edilýärler.

6. Set nasoslary.Bu nasoslar teplofikasion stansiýalaryň işçi maşynlarynyň düzümine girýärler. Olar gyzgyn suwy gyzdyryş ulgamynda herekete getirýärler. Olaryň priwody hökmünde asinhron dwigateller ulanylýar.

19.3. KES-leriň özüne gerekli energiýasini üpjün edýän ulgamlarynyň elektrik shemalary

KES-leriň shemalary blok görnüşde gurnaly sebäpli olaryň elektrik shemalaryny hem blok görnüşde gurmaklyk amatly. Beýle diýmekli her blokda aýratyn işçi transformator göz önünde tutulmaly, ol bolsa generator bilen transformatoryň arasynda birikdirilýär. Bu transformatorlar ähli özüne gerekli energiýäni üpjün edýän enjamlary iýmitlendirýär. İşçi transformatordan başga-da bir ýa-da iki rezerw transformator hem goýulýär. Olar işçi transformatorlar hatardan çykanda işe girizilýärler. Olar aşakdakylara birikdirilip biliner : 1) orta napryženiýeli PG ýygnaýjy şinalaryna (110-220kW) ; 2) baglanşyk awtotransformatorynyň üçünji sarymyna ; 3) generatorda öçüriji bolanda blogyň tok geçirijisine ; 4) iň ýakyn podstansiýalaryň 110-220 kW liniýalaryna. Şeýle-de

rezerv transformatorlary blogyň islendik seksiyasyna birikdirmek üçin 6-10 kW rezerv tok geçirijiler bolmaly.

Işçi we rezerv transformatorlaryň ýekeleşýon kuwwaty 22-32 MWA-den az bolmaly däl. Bu transformatorlaryň ikinji sarylary şahalanan bolmaly. Napryazheniýäni sazlamak üçin napryazheniýäni ýük aşagynda sazlaýan gurnama bolmaly.

Gysga utgaşma togunu çäklendirmek üçin rezerv tok geçirijiler her 2-3 blokdan öçürijiler bilen seksiyalara bölünýärler.

ÝEM-leriň özüni üpjün edýän ulgamynyň shemalary

ÝEM-leriň elektrik shemalary stansiýanyň ýylylyk shemalary bilen gabat gelmelidir.

Kese baglanşykly ÝEM-leriň özüni üpjün edýän ulgamy gazanlaryň sanyna baglylykda seksiyalara bölünmeli. Mysal hökmünde aşadaky suratda üç generatorly ÝEM-iň elektrik shemasy getirilen.

6 kW PG dört seksiyadan durýar. Ol ýmiti iki sany işçi we bir sany rezerv transformatorlardan alýar. Transformatorlaryň esasy ýükleri gazanynyň agregatlaryndan durýar. Turbinanyň işini üpjün edýän elektrodwigateller we umumy stansiýa ýükleri seksiyalaryň arasyndan paýlanýar. Şeýle shemada ýükler islendik düzgünde energiýe bilen üpjün edilýärler. Rezerv transformatorlar diňe zaýаланан işçi transformatorlary çalyşmak üçin gerek. Şonuň üçin onuň sany bir bolýar. Eger işçi transformatorlaryň sany altydan köp bolsa onda rezerv transformatorlaryň sany iki bolmaly. Rezerv transformatoryň shemasy, şol bir wagtda işçi we rezerv transformatoryň zaýаланмасы bolmaz ýaly edilip birikdirilmeli. Rezerv transformator işçi transformator birikdirilmedik seksiyá

ýa-da ÝEM-iň sistema bilen baglansyk transformatoryna birikdirilip biliner. Ony sehiň transformator bilen öçürijiniň aralygyndaky bölege birikdirmek maslahat berilýär.

Paýlaýjy gurnamalaryň kostruksiýalary

1. PG taraplara bölmek, olara bildirilýän talaplar.
2. Içerde gurnalýan PG.
3. Daşarda gurnalýan PG.

PG toparlara bölmek. Olara bildirilýän esasy talaplar.

Paýlaýjy gurnamalar ikä bölünýärler:

1. Içerde gurnalýan PG.
2. Daşarda gurnalýan PG

Içerde gurnalýan PG apparatlar jaýlarda ýerleşýärler, şonuň üçin olar atmosferadaky hapalardan: ýagyndan, ýerlden, temperaturanyň üýtgemelerinden, tozandan, çygdan deňiz duzlaryndan, himiki agentlerden goralandyrlar. Daşarda gurnalýan PG meýdanda gurnalýarlar, şonuň üçin olar atmosferanyň we howadaky zyýanly jisimleriň gös-göni täsirine sezewar bolýarlar.

Eger paýlaýjy gurnamalar gurnalýan ýerinde ýygnaýsalar, onda olara ýygnama diýilýär. Eger PG ýörite zawodlarda taýynlansalar we gurnalmaly ýerlerine getirilseler, onda olara komplekt (toplumlaýyn) paýlaýjy gurnamalar diýilýär.

Islendik görnüşli paýlaýjy gurnama aýakdaky esasy talaplara jogap bermelidirler:

1. Ulanylan wagty howpsyzlyk. Bu talap esasanda gulluk edýän adamlara degişlidirler. Bu talapy dürli usullar bilen amala aşyryp bolýar. Bu usullar ýangyn howpsyzlygy hem girýär.
2. ygtybarlyk. Bu talaby berjaý etmek üçin aşakdaky wajyp meseleleri çözmeli: apparatlaryň ýokary hilligi;

öçürijileriň kommutasiýa mümkinçiligi; apparatlaryň we simlaryň elektrodinamiki we termiki durnuklylyklara gabat gelmekligi; ygtybarly we çalt herekete gelýän rele goragy; awtomatik gurnamalaryň ulanylmagy we başgalar.

3. Ykdysady talaplara boýun egmegi. Bu talap ýokarky amala aşyrylan PG bahalary bilen kesgitlenýär. Bu soragy çözmek üçin bir näçe wariantlary deňeşdirmek usuly ulanylýar.

Bu talaplar elektrogurnamalary gurnamaklygyň düzgünleri diýen kitapda doly getirilen. PG bu düzgüne laýyklykda kysymly taslamalaryň esasynda ýerine ýetirilýär.

20. İçerde gurnalýan PG

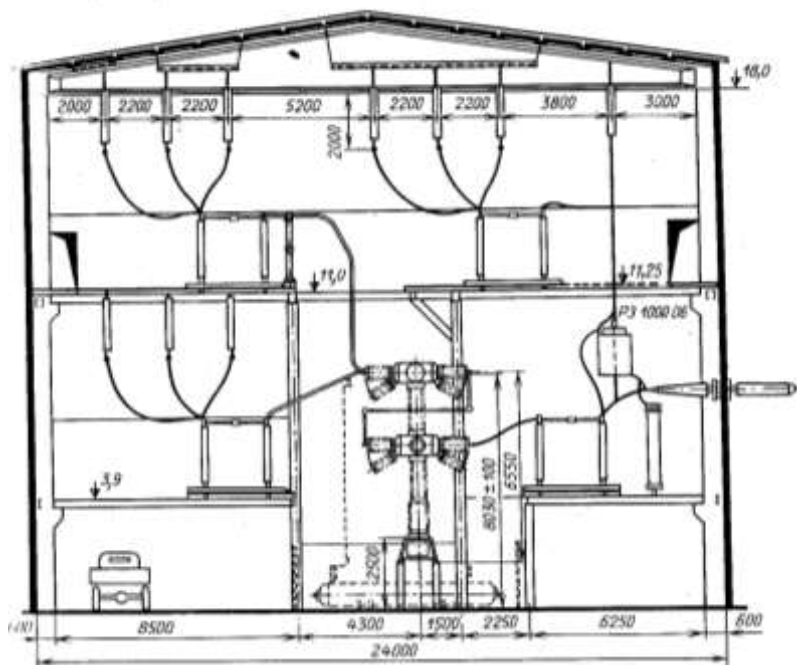
Bu PG kä halatlarda ýapyk paýlaýjy gurnamalar hem diýilýär. Eger PG 6-10 kw bolanda apporatlaryň göwrümi kiçi bolýarlar. Şonuň üçin jaýlaryň göwrümleri hem kiçi bolýar, olaryň bahasy bolsa az bolýar. Şonuň üçin bu PG ýapyk hilli edip gurnaýarlar. Olar howanyň ýaramaz täsirinden goralan bolýarlar we olary ulanmak aňsat bolýar. PG-niň naprýaženiýesiiniň ulalmagy bilen jaýlaryň göwrümi we bahalary ulalýarlar. 110-220 kW naprýaženiýada bolsa enjamlar dar ýagdaýda bolýarlar.

Ýapyk PG üçin ýörite jaýlar gurýarlar. Jaýlaryň göňrümi elektrik shema we enjamlaryň göwrümi bilen kesgitlenýärler. Kä halatlarda PG önümçilik sehleriniň böleklerinde hem ýerleşdirilip biliner.

PG kysymly ýörite demileton elementlerden ýygnaýan jaýlarda ýerleşýärler. Mysal üçin jaýyň uzynlygy 6m, giňligi 3m, beýikligi 0,6m kratny bolmaly.

Jaýlar tebigy ýagtylyk bilen ýagtylandyrlan bolmaklygy hökman däl. Bu amatly, sebäbi penjire, gapy goýmaklyk jaýyň ölçeglerini ulaltýar, we olara tozan girmekligini mümkin edýär. PG jaýlaryny ýylatmak hökman däl, ýöne, wentilýasiýa ulanylýar.

Suratda 6-10 kw ýapyk PG görkezilen.



20.2-nji surat. 220 kW naprýaženiýeli iki esasy we üçünji geçýän şinaly içerde gurnalan PG.

20.2-nji suratda 220 kW ýapyk PG görkezilen PG elektrik enjamlary ýerleşdirmek üçin enjamlary ýapylan böleklere ýerleşdirmeli. Bu böleklere goralan kameralar diýilýär. Bu kameralarda enjamlar ähli tarapdan diwarlar bilen goralandyr. Koridor tarapdan gorag diwary goýlan däl, bu tarapdan tor görnüşli gorag oturdylyan. Togyň beýikligi 1,5 m pes bolmaly däl. Onuň kamera girmek üçin gapysy bolmaly, ýöne ol gapyny diňe naprýaženiýa aýrylandan soň açmaly.

Goralan kameralardan başga-da ýapyk kamralar hem ulanylýar. Ol ähli tarapdan diwarlar bilen gabalandyr. Oňa koridordan tutuş gapylar arkaly girip bolýar. Birikdirmeleriň sanyndan kameralar bir, iki, üç hatardan durup edilmeli. Bu koridorlar kameralara gözegçilik etmek üçin ulanylýar.

Diwarlar kerpiçden ýasalýarlar. Kerpiçden başgada polat, asbosament, gipsolit plitalardan ýasalyp biler.

21. Howada minimal izolýasion aralyklar

Bu aralyklar elektrogurnamalary gurmaklygyň düzgünlerinde getirilen.

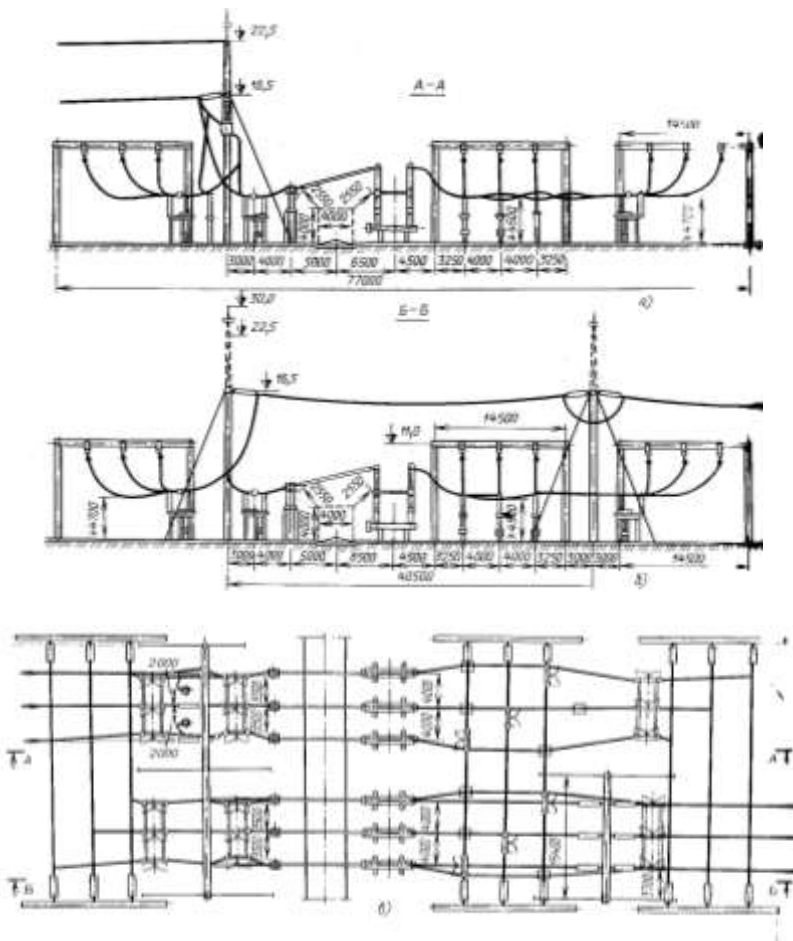
Daşarda gurnalan PG.

Napryáženiýesi 35-110 kW we ondan hem ýokary PG bahasy pes bolar ýaly olary açyk görnüşde ýerine ýetirýärler. Bu olaryň gowy taraplary. Olaryň ýetmezçiligi – köp meýdan eýelemeyänligi. Onda hem başga izolýatorlary tozan basýar.

Howada minimal aralyklar ýapyk PG görä köpräk goýulýar, sebäbi gar, ýagyş, tozan barlygy muny talap edýär.

Açyk PG tok geçiriji bölekler gaty we maýyşgak simlar bilen ýerine ýetirýärler. Maýyşgak simlar her fazada 1, 2, 3 hatardan durýarlar. Olar g.u. döwri elektrodinamiki güýçlere sezewar bolýarlar.

Bu ýetmezçiliklerden gaty görnüşli simlar azatdyrlar. 21.1-nji suratda 220 kW napryáženiýeli iki ýygnaýjy şinaly we bir sany geçýän şinaly daşarda gurnalýan PG görkezilen.



21.1-nji surat. 220 kW kysymly açyk PG.

22. Komplekt paýlaýjy gurnamalar

Komplekt paýalaýjy gurnama (KPG) diýip zawod tarapyndan taýynlanan paýalaýjy gurnama aýdylýar. Ol ulanyja ýörite transport bilen iberilýär. Onuň göwrümi uly bolmasa tutuş görnüşinde, eger göwrümi uly bolsa, uly bloklar görnüşinde iberilýär. Ol bellenen ýerinde naprýaženiýa birikdirilýär, sebäbi ýörite ýygnamaklygy talap etmeýärler.

Komplekt PG islendik shema üçin taýynlanyp bilinýär. Olar ýygnama PG ykjamlygy, howpsyzlygy we ygtybarlygy bilen tapawutlanýar. Gurluşyk we montaj işleri minimaldyr. Olar az ýer talap edýärler, bu bolsa köplenç esasy faktor bolup durýar.

35 kW çenli KPG diňe howa tarapyndan izolýasiýaly bolýarlar. 110 kW we ondan hem ýokary naprýaženiýa üçin KPG elegaz izolýasiýaly ýerine ýetirilýärler.

Bizde ulanylýan 6-10 kW we 35 kW üçin niýetlenen KPG bir ýygnaýjy şina ulgamly edilip ýasalýarlar. Olar hem daşarda hem içerde gurnamak üçin niýetlenendirler. Olar senagat kärhanalarynda we elektrik stansiýalarda giňden ulanylýarlar.

Mysal hökmünde suratda görkezilen BMII-10 öçürijili içerde gurnalýan K-XII seriýaly öýjükli PG getirip bolar. Ondan hem başga BƏM -6 elektromagnit öçürijili komplekt öýjügi görkezmek bolar.

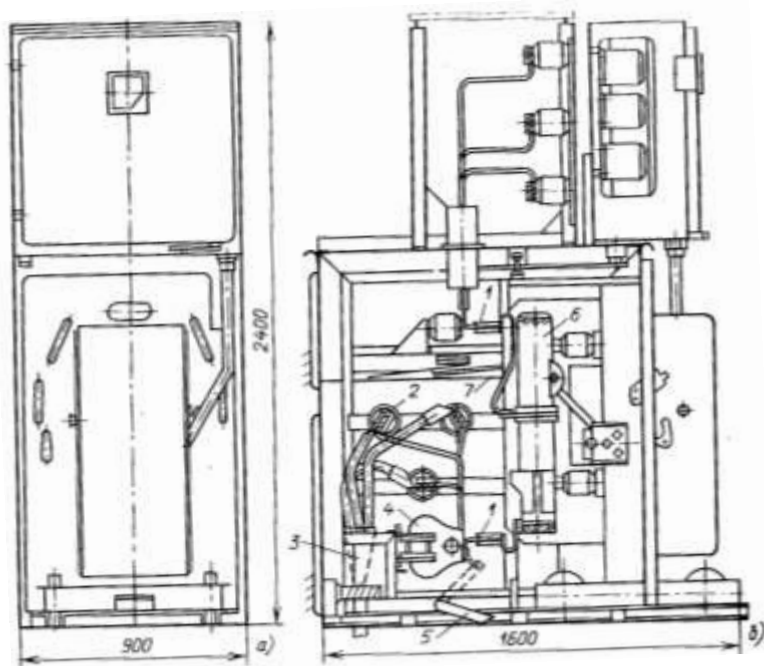
Daşarda gurnamak üçin KPG ýagyşdan, gardan we çyglykdan goramak üçin güýçli berkitmeli bolýarlar. Olarda çyglaryň suwa öwrülmezliligini aradan aýyrmak üçin öýjükdäki howany gyzdymak ulanylýar. Onuň mysaly hökmünde 35 kW üçin niýetlenen çyzykly öýjükli KPG getirmek bolar.

Elegaz doldurulan KPG 1100 kW çenli naprýaženiýa üçin taýynlanýarlar.

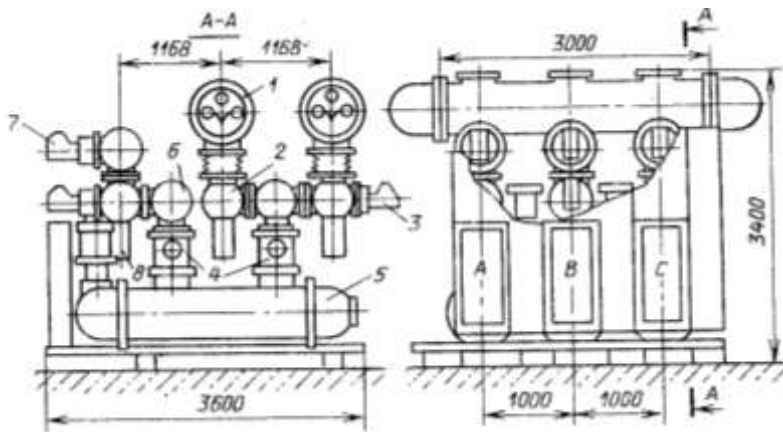
Siemens firmasy 800 kW çenli KPG eçerde we daşarda gurnamak üçin ýasapdyrlar.

KPG bahasy ýönekeý ýygnama PG bahasyndan ýokary. Ýöne, eýeleýän meýdanynyň azlygy sebäpli, şeýle-de gurnama wagtynyň azlygy sebäpli öz kemçiliklerini satyn alýarlar.

KPG remont edýän döwrümüz onuň içine tozan we çyglylyk girmez ýaly çäreler görmeli. Şonuň üçin KPG jaýlarda ýerleşdirýärler.



**23.1-nji surat. Çekilip çykarlýan öçürijili
6-10 kW KPG öýjügi.**



**23.2-nji surat. Elegaz izolýasiýaly 110 kw naprýaženiýeli
daşarda gurnalan KPG.**

23. Ýere birikdirmeler (zeminleme)

23.1. Umumy düşüňjeler

Ýere birikdirmelere zeminleme hem diýilýär. Zeminlemeler ikä bölünýärler:

1. Işçi zeminlemeler;
2. Gorag zeminlemesi.

Işçi zeminlemeler setlerde ulanylýar. Setler aşakdakylara bölünýärler:

1. Zeminlemedik setler;
2. Induktivlik garşylyklaryň üsti bilen seminleme;
3. Effektiv zeminlenen setler.

Zeminleme diýmek neýtraly elektrik enjamlaryň korpusyny zeminleýji gurnama birikdirmek diýmekdir. Zeminleýji gurnamanyň düzümine izolirlenmedik simlar girýär, ol ýer bilen kontaktda durýar we togy ýere geçirýär. Zeminleýjiniň garşylygy örän kiçidir we ol togyň ululygyna täsir etmeýär.

Işçi zeminlemäniň görnüşü setiň naprýaženiýesi bilen kesgitlenýär. 10 we 35 kW setleriň neýtrallary izolirlenendirler. 35 kW setleriň neýtrallary kähalatlarda induktiv garşylyklaryň üsti bilen ýere birikdirilýärler. Bir fazaly gysga utgaşma döwri g.u. nokatda togyň ululygy bir näçe onlyk amperden geçmeýär. Zaýаланan fazanyň naprýaženiýesi nula deňdir. Beýleki fazalaryň naprýaženiýalary bolsa ýere görä fazaara naprýaženiýa çenli ulalyp biler. Simlaryň arasyndaky naprýaženiýalar üýtgemeyärler, şonuň üçin elektrik üpjünçilik bozulmaýar.

110 kW we ondan hem ýokary naprýaženiýeli setler ýere effektiv birikdirilýärler. Şonuň üçin bu setlerde bir fazaly g.u. togy näçe mün ampere çenlibaryp ýetýär. Ýere birigen fazanyň naprýaženiýesi nola deň bolýar. Sagat galan fazalaryň naprýaženiýalary 1,4 essesine çenli köpelig bilýär. Zaýаланan

bölek awtomatik suratda öçürilýär. Öçürme wagty sekundyň onlarça bölegi düzýär. Kabul edijileriň elektrik üpjünçiligi rezerw zynjyrlardan amala aşyrylýar.

23.2. Gorag zaminlemesi

Simlaryň izolýasiýasy zaýаланanda effektiv zeminlenen setde zaýаланan ýerde uly tok emele gelýär we togyň bahasy müňlerçe ampere baryp ýetýär. Ýöne bu togyň dowamlylygy sekundyň ondan bir böleginden köp bolmaýar, sebäbi rele goragy ony basym öçürýär. Ýere birikdirilmedik we induktiwligiň üsti bilen zeminlenen setlerde bir fazaly g.u. togy onlarça amperden geçmeýär, ýöne ol uzak wagtlap akýar. Sebäbi, bu setlerde g.u.-dan rele goragy göz önünde tutulmaýar.

Ýere birikme setiň islendik nokadynda bolup biler. Zaýаланan nokatdan tok çeşmä köp ýollar bilen gaýdyp gelýär. Simlar boýunça bir bölegi, ýer boýunça hem bir bölegi. Togyň ýere geçýän nokadynda uly potensial emele gelýär. Ýörite çäre görilen bolmasa bu potensial adamlar üçin howply bolýar. Munuň sebäbi ýeriň uly udel garşylygy bilen düşündirilýär. Bu howpy aradan aýyrmak düşündirilýär. Bu howpy aradan aradan aýyrmak üçin stansiýalarda, podstansiýalarda we liniýalarda zeminleýji gurnamalar göz önünde tutulýar. Bu gurnama potensialy we napryženiýanyň gradiýentini howpsyz bahalara peseldýär.

Zeminleýji gurnamanyň esasy bolup ýere birikdiriji gulluk edýär. Ol izolirlenmedik simlardan durýar. Bu simlar ýer bilen kontaktda durýarlar we togy ýere geçirýärler. Ýere birikdirijiden başga-da kontur sim ulanylýar. Bu kontur ýere birikdirilýän gurnamanyň ähli ýerini gabap almalydyr. Mysal üçin, elektrostansiýada bu kontur baş korpusy, kömekçi gurnamalary we paýlaýjy gurnamany öz içine almalydyr. Daşky paýlaýjy gurnamanyň meýdançasynnda simlary 0,5 m

çuňlukda ýere gömýärler. Kese ugurlarda hem simlar göz önünde tutulýarlar. Şeýlelikde tor emele gelýär. Onuň kwadrat we gönüburçly öýçükleri saklaýarlar. Tory bir näçe wertikal simlar bilen doldurýarlar. Olar ýere 10 metrden 30 metre çenli kakylýarlar. Bu toryň gyalary boýunça amala aşyrylýar. Tora ýere birikdirmeli enjamlaryň baryny birikdirýärler. Bu gysgajyk simlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Bu simlara goýbermeler diýilýärler. Zeminlemäniň şeýle konstruksiýasynda poptensiallaryň we naprýaženiýanyň gradiýentleriniň çäklendirilmesi amala aşýar. Bu bolsa adamlaryň howpsyzlygyny üpjün edýär.

Zeminleýji iňä bölünýärler:

1. esasy zeminleýjiler;
2. kömekçi zeminleýjiler ýa-da tebigy zeminleýjiler.

Esasy zeminleýji hasap togyny kesgitli wagtyň dowamynda ýere geçirýär. Goşmaça zeminleýjiler demirbeton diwarlaryň armaturalaryndan, turbalaryndan, gidrotehniki gurnamalaryň böleklerinden we başgalardan durýar. Goşmaça zeminleýjiler zeminleýji gurnamanyň umumy garşylygyny peseltýärler.

Esasy zeminleýjilere aşakdakylary birikdirilýärler:

1. kömekçi zeminleýjileri;
2. generatorlaryň, trnasformatorlaryň neýtrallaryny, ýagny işçi zeminlemäni;
3. zarýadsyzlandyryjylary we ýyldyrym sowujylary ;
4. normal ýagdaýda naprýaženiýasyz elektrik enjamlaryň korpuslaryny;
5. Ölçeýji transformatorlaryň ikinji sarymlaryny;
6. 380/220 W naprýaženiýeli güýç transformatorlaryň neýtrallaryny.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций. М., Энергоатомиздат, 1986.
11. Под редакцией А.А.Васильева. Электрическая часть станций и подстанций. М., Энергия, 1990.
12. Под редакцией Усова С.В. Электрическая часть электростанций. Л., Энергоатомиздат, 1987.
13. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. М., Энергоатомиздат, 1987.

Mazmuny

Sözbaşy.....	7
Giriş.....	9
1. Elektrostansiýalaryň esasy görnüşleri.....	12
1.1. Sinhron generatorlar. Turbo we gidrogeneratorlaryň esasy parametrleri.....	12
1.2. Häzirki zaman sinhron generatorlaryň esasy parametrleri.....	15
1.3. Ýylylyk kondensasion elektrik stansiýalary.....	15
1.4. Sinhron kompensatorlar. Olaryň parametrleri we Goýberiliş shemalary.....	16
1.5. Sinhron generatorlaryň we kompensatorlaryň sowadyş oýandyryş ulgamlary	17
1.6. Keseden sowadyş ulgamlary.....	18
1.7. Oýandyryjy ulgamlar.....	20
1.8. Hemişelik toguň oýandyryjysy bolan elektromaşyn oýandyryjyly ulgamlar.....	21
1.9. Üýtgeýän toguň oýandyryjysy we ýarymgeçirijili göneldijili oýandyryjy ulgamlar	22
2. Elektrik stansiýalarda we podstansiýalarda ulanylýan transformatorlar we awtotransformatorlar. Olaryň esasy parametrleri, işleýiş düzgünleri, konstruksion aýratynlyklary. Olary saýlap almakly.....	24
3. Elektrostansiýalarda we podstansiýalarda ulanylýan awtotransformatorlar.....	28
4. Öçüriji apparatlara dugaly zaryatsyzlanma. Dugany öçürmegiň şertleri.....	32
4.1. Öçürijiler. Niýetlenişi. Ýokary woltly öçürijileriň esasy görnüşleriniň häsiýetleri.....	33
5. Howaly öçürijiler.....	36
6. Wakuumly öçürijiler.....	39
6.1. Elegazly öçürijiler.....	40
7. Elektromagnitli öçürijiler.....	41

7.1. Aýryjylar.....	42
7.2. 1000 W çenli öçüriji apparatlar. Awtomatiki däl öçürijiler,redohraniteler, kontaktorlar, magnit oýberijiler.....	43
8. Elektromagnit kontaktorlar we magnitli goýberijiler...	46
8.1. Awtomatiki öçürijiler ulanylyşy we esasy häsiýetleri.....	47
8.2. Ölçeýji naprýaženiýe transformatorlary.....	49
8.3. Naprýazeniýe transformatorlarynyň birikdiriliş shemalary.....	52
8.4. Goraýjy ýerebirikdirme.....	53
9. Naprýaženiýe transformatorlarynyň konstruksiýalary.....	55
9.1. Sygymly naprýaženiýe transformatorlary.....	56
9.2. Tok transformatorlary.....	57
9.3. Tok transformatorlarynyň ýalňyşlyklary.....	59
10. Tok transformatorlarynyň takyklyk klasslary.....	60
11. Togy çäklendirýän reaktorlar.....	63
12. Paýlaýjy gurnamalarda tok geçirijileri.....	65
12.1. Maýyşgak symly tok geririjiler.....	66
12.2. Komplekt tok geçirijiler.....	67
13. Elektrik stansiýalaryň we podstansiýalaryň baş shemasy.....	70
14. Kondension elektrik stansiýalaryň (KES) prinsipial shemalary.....	75
15. Ýokary we orta naprýaženiýeli paýlaýjy gurnamalaryň (PG) shemalary.....	80
15.1. Teplofikasion elektrik stansiýalaryň shemalary.....	81
16. Baglanşyk transformatorlarynyň kuwwaty.....	83
16.1. Generator naprýaženiýeli PG shemalary.....	83
16.2. Ýokary naprýaženiýeli PG shemalary.....	84
17. Transformator podstansiýalaryň shemalary.....	86
17.1.Podstansiýalarda ulanylan transformator we awtotransformatorlar.....	86
18. Podstansiýalardaky transformatorlaryň iş düzgünleri.....	89

18.1. Podstansiýalardaky transformatorlaryň naprýaženiýalany sazlamak.....	89
18.2. Ýokary naprýaženiýeli paýlaýjy gurnamalar.....	89
18.3. Ýokary naprýažneiýaly PG elektrik shemalary.....	90
18.4. Orta naprýaženiýeli PG shemalar.....	95
19. Elektrik stansiýalaryň özüne gerekli energiýasynyň üpjün edýän bölegi.....	97
19.1. Umumy ýagdaýlar.....	97
19.2. Ýylylyk elektrik stansiýalaryň özüne gerekli energiýasyny üpjün edýän ulgamlary.....	98
19.3. KES-leriň özüne gerekli energiýasini üpjün edýän ulganlarynyň elektrik shemalary.....	100
20. Içerde gurnalýan PG.....	104
21. Howada minimal izolýasion aralyklar.....	108
22. Komplekt paýlaýjy gurnamalar.....	110
23. Ýere birikdirmeler (zeminleme).....	113
23.1. Umumy düşüňjeler.....	113
23.2. Gorag zaminlemesi.....	114
Edebiýat.....	116