

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

J. Meredowa, O. Berkeliýew

**Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiligi ulgamlaryň
optimizasiýasy**

Hünär: „Elektrik üpjünçiligi“.

Aşgabat 2010

SÖZBAŞY

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

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

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň “Türkmenis-tanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda” 2007-nji ýylyň 15-nji fewra-lyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

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

Hormatly Prezidentimiz ýygnaqlarda, uly Döwlet maslahatlarynda milli maksatnamada göz önünde tutulan meseleleriň çözülişlerini, durmuşa geçirilişine esasy üns merkezinde saklaýar. Milli maksatnamada ilaty elektrik eneriýasy bilen üpjün etmegi gowulandyrmak barada ön-de 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 taýýarlamagy esas 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

Senagat kärhanalarynyň elektrik sarpetmeleriniň ösüşiniň möçberine görä obýektleriniň elektrik üpçinçiliginiň ulgamlary hem çylşyrymlaşýar. Olar ýokary güçlenmeleriniň setleri, paýlaýjy setleri, hem degişli. Elektrik energiany tygşytlamak boýunça aktiw işi alyp barmak, telemehanikanyň ulanylmagy bilen önimçiligiň ösüşiniň barşy dispetçirlemesiniň giň göwrimlerde amala aşyrmak we önimçilik ösüşiniň barşynyň hem senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň awtomatizirlemesiniň girizmek zerurlygy ýüze çykar.

Obýektleriniň elektrik üpjünçiliginiň peýdaly ulgamlaryň döremegi ýakyn gelejekde baş mesele bolup durýar. Şeýle ulgamlaryň döredilmegine şu indikiler ýardam berýärler:

- transformatorlaryň peýdaly sanyny ulanmak we saýlamak;
- peýdaly güýjenmeleri saýlamak we ulanmak;
- seh we baş paýlaýjy we peseldiji kiçi beketleriň ýerleşjek ýerlerini dogry saýlamak;
- elektrik ýüklenmeleriniň kesgitleniş ulgamlaryny gelejekde kämilleşdirmek;
- transformatoryň kuwatynyň we sanynyň, şeýle hem elektrik üpçinçilik shemalarynyň we olaryň ululyklarynyň peýdaly saýlamagyň elektrik energianyň ýitgileriniň peselmegine ygtybarlygynyň ýokarlanmagyna getirýär.

Ýokarda görkezilen ýagdaýlara görä senagat elektrik üpjünçilik ulgam-larynyň ýönekeýleşdirmesiniň umumy meselesi reaktiw kuwaty, awtomatizirlemäni we dispetçirlemäni we beýlekileri kompensirleme usuly bilen kabelleriň we simleriň kese-kesigini saýlamak boýunça peýdaly çözül-mesini öz içine alýar. Senagatda elektrik üpjünçiligiň

ýönekeýleşdirmesi önimçilik däl çykdaýjylaryň azalmagynyň hasabyna döwletiň goşmaça serişdelerini berip bolar.

Elektrik üpjünçilik ulgamynyň optimizasiýasynyň soraglarynyň dürli mate-matiki görnüşlerini ulanyp çözmek bolmaýar. Şol görnüşleriň (usullaryň) üsti bilen iň bir tehnikykdysady tarapyndan maksada laýyk elektrik üpjünçilikde matematiki analiziniň talap edýän soraglar şulardur:

- 1) Elektrik üpjünçilik ulgamynyň elementleriň rasional saýlawy (transforma-toryň sany we kuwwatly; signallary we kabelleriň, simlaryň kese-kesegi; kompensirleýji gurnamanyň elektrik aparaturalary.)
- 2) Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamynyň (SKEÜÜ) içki we daşky elektrik üpjünçiligiň (EÜ) rasional saýlawy.
- 3) Kärhananyň elektrik üpjünçiligiň (EÜ) esasy görkezijini görkezmek.
- 4) Kärhananyň meýdançasynynda esasy peseldiji ýa-da esasy paýlaýjy podstan-sialayň we kompensirleýji gurnamanyň rasional ýerleşdirilmesini tapmaklyk.
- 5) Ýymitleýji shemany we apparatlary saýlamaklyk.

I. Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasy

1.1. Dolandyryş bina hökmünde senagat kärhananyň energetika hojalygyny optimizirleşdirmek

Ýurdumyzyň elektroenergetikasynyň ösüşiniň häzirki zaman etapynda täze elektrik stansiýalaryň we arganiki ýangyjyň gerekligini peseldýän, elektrik maşynlaryň we elektroenergiýanyň ýitgilerini peseltmek ýoly bilen

jemgyýetçilik önümçiligiň energotygşytlajy tehnologiýalaryna çaltlyk bilen geçmeklik talap edilýär.

Senagat kärhanalaryň energetiki hojalygy berlen kärhanany energiýanyň dürli görnüşleri bilen üpjün etmäge niýetlenen gurluşlardan we enjamlardan ybarat. Energetiki hojalygy tehnologiýa taýdan biri-biri bilen baglanyşykly we birnäçe energetiki ulgamlardan durýar: elektrik üpjünçiligi, suw üpjünçiligi, ýylylyk üpjünçiligi, gaz üpjünçiligi we ş.m.

Senagat kärhanalarynda tehnologiýa ösüşiň gidişiniň köpdürliligi elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň hereketde bolmagy, onuň gurluş aýratynlyklaryny häsiýetlendirýär. Köp kärhanalar üçin elektrik üpjünçiligiň köp konturly çylşyrymly shemasy häsiýetlidir we netijede – energetiki resurslaryň paýlanyşynyň we ulanylyşynyň, önümçiligi dolandyrmagyň ulgamlarynyň köpkonturlylygy.

Energoresurslaryň paýlanyşynyň dolandyrylyşy we olaryň optimizasiýasy öz gezeginde kärhananyň çykarýan önüminiň mukdaryna we hiline täsir edýär.

Elektrik üpjünçiligi. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamy elektrik energiýany çeşmeden alyp ol energiýany başga görnüşli energiýa: mehaniki, himiki, ýyladyş we ş.m. öwürmek maksady bilen ulanyjylara paýlamaga niýetlenendir. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiliginiň esasy çeşmesi bolup energoulgamlar hyzmat edýär, käbir kärhanalarda goşmaça elektrik energiýa zawotdaky ýyladyş elektrik stansiýa (ÝES) ýa-da elektroenergiýany işläp çykarmak üçin ikilenji energoresurslary ulanýan elektrik satsiýalarynda oturdylan öz generatory tarapyndan işlenip çykarylýar.

Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamlaryny taslamak üçin iň bir esasy soraglary:

- 1) Tehniki-ykdysady tarapyndan kärhananyň iýmitleýji rasional shemany saýlap almak;
- 2) Esasy peseldiji we pes podstansiýasyna dogry tehniki we ykdysady tarapyndan amatly, sany we kuwwatly transformatorlary saýlap almak.

- 3) Shemada rasional napryeženiýeni saýlap almak, maýa goýumy hasaplamak, reňkli metaly sarp edilmegi, elektroenergiýanyň ýitgilerini we ekspluatasion çykdaýjylaryny hasaplamak.
- 4) Elektrik apparaturalary, ızalýatorlary we tok geçirji gurnamalary tehniki ykdysady tarapynda maksadalaýyk saýlamaklyk.
- 5) Simleriň kese-kesiginiň, synalary, kabelleri tehniki we ykdysady (faktorlaryna) talaplaryna görä saklamak.

Senagat elektronenergetikasynyň köp meselesini birnäçe usullar bilen çöz-meklik bolar.

Elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň meseleleriniň çözgüdiniň köpvariant-lylygy sebäpli tehniki-ykdysady hasaplar geçirilmegi şertlenilýär we tehniki tarapdan saýlanan warianty ykdysady tarapdan hem amatly bolmalydyr.

Tehniki-ykdysady hasaplamalary geçirmek üçin örän uly göwrimdäki hasap işini talap edýär, şonuň üçin hem elektrik hasaplaýjy mehanizmleri (EHM) ulanmak mümkinçiligi bardyr.

Hasaplaýjy tehnikanıň maglumatyny işläp taýýarlamak ukyby adamyň-kydan onlarça, ýuzlerçe esse uludyr. Elektrik hasaplaýjy mehanizmlar (EHM) biziň ýurdumyzyň ähli pudaklarynda öz ornuny tapdylar.

Ýöne bir zady belläp geçeliň, elektrik hasaplaýjy mehanizmler(EHM) adamyň ornuny tutmaýandygyny, ýöne onuň çäginı has köp mukdarda köpeldilýändigidir.

Suw üpjünçiligi. Suwy getirmek, arassalamak we ony işläp bejermek, suw ätiýaçlyklaryny saklamak, şeýle hem ony getirip (akdyryp) we ulanyjylaryň arasynda paýlamaga niýetlenen, enjamlaryň we gurluşlaryň suw geçirijiler toplumy ýa-da suw üpjünçilik ulgamy diýilýär. Häzirki döwür senagat kärhanasy önümçilik tehnologiiki maksatlar üçin, şeýle-de

hojalyk maksatlary: içmek, sanitar-gigeniki işler, ýangyna garşy we ş.m. üçin köp mukdarda suw ulanylýar. Düzgün bolşy ýaly senagat kärhanalarynda hojalyk maksatlary üçin ulanylýan suw geçiriji şol bir zatdyr. Ýangyna garşy ulanylýan suw geçirijileri pes we ýokary basyşly bolýarlar, ýokary basyş suw geçiriji setdäki grantlardan durýar.

Kärhananyň dürli obýektlerinden çykýan önümçilik suwlar, şeýle-de hojalykda ulanylan we gulluk jaýlaryndan çykan suwlar kabul edilip, arassalanyp, kanalizasiýa gurluşlaryň üsti bilen äkidilýärler. Senagat kärhanalarynda göni akduryjy shemalar ulanylan, yzygider ýa-da aýlawly çyzgylar ulanylýar. Suw üpjünçiliginiň aýlawly çyzgysy uly kuwwatly çeşmeleri ulanmaga mümkinçilik döredýär, suw ýitgileri diňe dökülmegiň we bugartmagyň hasabyna bolýar. Suw üpjünçilik çeşmeleri: ýerüsti (derýalar, deňizler we köller) we ýerasty (guýular) bolup durýar.

Suw şlýuzlaryň (derwezeleriň)gurluşy köplenç birinji Suw iteriji (nasos) stansiýalary (SIS) bilen bir edilýär, kenarýaka suw iteriji (nasos) stansiýalary (SIS). Galdyryjy setkalar we aýlanýan setkalar awtomatika üçin has amatlydyr. Suw iteriji (nasos) stansiýalarda (SIS) iterijileri (nasoslary), zadwižkalary, zatworlary, turbageçiriji armaturany, wentilýasiýa we beýleki enjamlary gurnaýar. Suw iteriji (nasos) stansiýalary (SIS)birinji galdyryjy we ikinji galdyryjy, akymy (sirkulýasiýa) ýokarlandyryjy bolýarlar. Birinji galdyryş çeşmeden arassalaýjy enjama, ikinji galdyryşda arassa suwy sarp ediljilere ulanmaga berilýär. Akymly suw iteriji (sirkulýasiýa nasos) stansiýalary (ASIS) kärhanada aýlawly suw üpjünçilik ulgamy bolan ýagdaýynda ulanylýar. Ýokarlandyryjy suw iteriji (nasos) stansiýalaryny (ÝSIS) haçanda suwuň basyşyny ýokarlandyrmak gerek bolan ýagdaýynda gurnaýar.

Suw üpjünçilik setleri – magistral (iýmitlendiriji) suw geçirijileriň jemi halkalaýyn ýa-da öňi ýapyk (tupik) bolýar. Setdäki öçürip ýakyjylar (geçirijiler). (zadwižkalar, zatworlar, wentiller), suw akymyny garşylykly ugra üýtgetmek

(garşylyklaýyn we goraýjy klapanylar), gidrawlik urgulary ýatyrmak üçin enjamlar, kompensatorlar ulanylýar.

Suwuň arassalanmasy, aýlaw suwuň sowadylmasy ýa-da wentilýator gradirlenýär. (Gradirnýa – duzly erginleri goýaltmak hem-de olaryň suwyny bugardyp, duz almak üçin gurluş) Ätiýaçlyk üçin basyş suw göwrümi minaralarda ýa-da ätiýaçlykda saklamak, näsazlyk bolan ýagdaýynda ýa-da ýangyny söndürmäge niýetlenen eldegirilmesiz ätiýaçlyk üçin saklanylýar.

Suw geçirijini ätiýaçlykda saklamak adatça hasaplamalara görä talap edilýän beýiklikde ýerleşdirilýär.

Ýylylyk üpjünçiligi. Ýylylygy (bugy we gyzgyn suwy) geçirmäge we paýlamaga niýetlenendir. Ol ýyladyş elektrik stansiýalaryndan, (ÝES) ýerli kotel-nilerinden ýa-da ýylylyk çalşyryjylarda ikilenji energoresurslary ulanmak arkaly amala aşyrylyp bilner. Ýyladyş elektrik stansiýasy (ÝES) has rasionallarydyr. Senagat kärhanalarynda ýylylyk kabul edijileriň dürli görnüşleri bar: önümçilik mehaniki işleri üçin – bug çekijileri we presleri, basyjy maşynlary; gyzdymak üçin üst garyjy, bugardyjy, buga öwürip saplaýan apparatlar, guradyjy şkaflar we ş.m; ýyladyş ulgamy we wentilýasiýa-radiatorlar, hojalyk ýyladyjy – gyzgyn suwly baklar, duşlar, hammamlar, kir ýuwujylar, ýuwujy enjamlar, gyzgyn suw üpjün-çilik enjamlary.

Ýylylyk üpjünçilik seti – turbageçirijiler, set armaturalary (zadwižkalar, ters klapanylar we beýlekiler.) we awtomatika bilen ýylylyk dolandyryşyň enjamlary. Aşaky nokatlarda we bölüji zadwižkalaryň önünde ýörite armatura goýulýar. Bug ulanyjy gurluşlarda kondensatyň ýygnaýmasy we ýyladyş elektrik stansiýasyna (ÝES) gaýdyp barmasy amala aşyrylýar, kondensatyň himiki barlagy geçirilýär (gatylygy, aşgarlygy, duz saklaýjylygy).

Bug geçirijiler ýokary, galdyrylan, orta we pes basyşly bolýar. Ýylylyk suwlary 130-150 ° C we ýyladyş elektrik stansiýasyna (ÝES) gaýdyp barmasy 70 ° C ýa-da gyzgyn

suwyň işlenilýän başga ýerine barýar. Ýylylyk geçirijileriň geçirilişiniň iki usuly bar: ýerasty we ýerüsti.

Çyzgylary: birleýin, ikileýin we halkalaýyn. Pes basyşly bug geçirijiler, kondensatorlar we turbageçirijiler üçin iň amatly, arzany we ýönekeýi ýylylyk geçiriji (teplofikasion) suwlarydyr.

Howa üpjünçiligi. Gysylan howany öndürmäge we ony, senagat kärhananyň sehlerine paýlamaga niýetlenendir. Gysylan howanyň generatorlary: wen-tilýatorlary: wentilýatorlar 9805 Pa çenli howany üfleýjiler 29420-den 294200 Pa çenli, kompressorlar $29,42 \cdot 10^4$ -den $2451,6 \cdot 10^4$ Pa çenli käbir ýagdaýlarda, $9806 \cdot 10^4$ Pa çenli. Merkezi ylgawly görnüşli wentilýatorlar, howa üfleýjiler we porşenli (öndüriligi kiçi) we merkezi ylgawly kompressorlar. Pes basyşly kopressorlar $29,42 \cdot 10^4$ - $245 \cdot 10^4$ Pa, orta basyşly $245 \cdot 10^4$ - $588 \cdot 10^4$ Pa; ýokary basyşly $588 \cdot 10^4$ - $3432 \cdot 10^4$ Pa; aşa ýokary basyşly $3432 \cdot 10^4$ Pa hem köp.

Kompressor stansiýalary (KS): pes öndürilikli 100 m³/mm çenli orta öndürilikli 100-500 m³/mm we uly öndürilikli 500 m³/mm köp. Gysylan howanyň ulanylyşy: metalyň gyzdyrylmasy we eredilmesi, pneumatika gurallaryň mehaniki işleri (silkiji maşynlaryň, çekiçleriň) we ş.m. şeýle-de metallary işlemek üçin (çekiçler we presler). Gysylan howanyň seti sehleriň arasynda ýerleşen ýerüsti we ýerasty howa geçirijilerden we armaturalardan durýar. Jaýyň içinde diwarlar, kolonnalar, balkalar boýunça we kannalarda ýerleşen. Baglama armaturasy (wentiller, zadwižkalar we kranlar) has giň ýaýran wentiller-sazlaýyş we reduktor bilen esasy magistraldaky howanyň basyşyna garaşsyzlykda basyşy awtomatiki saklamak üçindir.

1.2. Ulgamlaýyň golaýlama tarapyndan kynçylygyň suratlandyrylyşy

Energoresurslaryň ähli görnüşlerini maksimal tygşytlamak we senagat önümleriniň hilini ýokarlandyrmak – bular biziň ýurdumyzdaky iki iň aktual goragdyr. Elektroenergetika ulgamynda olar elektrik energiýanyň we kuwwatyň ýitgilerini peseltmeklige we olaryň ulanyş nokatlarda hiliniň ýokarlandyrylmagyna gönükdirilendir.

Elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň (EÜU) optimizleşdirme soraglaryny çözmek has tygşytly warianty saýlamagy kömek edýän dürli matematika usullary ulanmaktan çözmek mümkin däl. Matematika analizi talap edýän elektrik üpjünçiligiň esasy soraglary şulardyr :

1. Elektrik üpjünçilik ulgamyň ähli elementleriniň transformatorlaryň kuwwaty we sany, kabelleriň, şinalaryň geçirijileriň kese-kesigi, tok geçiriji kompensirleýji gurluşlaryň, elektrik enjamlaryň rasional saýlawy.

2. Senagat kärhanalarynyň içki we daşky elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň (EÜU) naprýeženiýesiniň rasional saýlawy, naprýeženiýeni sazlamak soraglary.

3. Senagat kärhanalarynyň elektrik ýükleriniň esasy görkezijilerini kesgitlemek.

4. Senagat kärhananyň meýdançasýnda kompensirleýji gurluşlaryň rasional ýerleşdirilişini tapmak.

5. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiliginiň (SKEÜ) ynamlylygyny göz önünde tutup apparaturanyň we iýmitlendiriş çyzgylaryny saýlamak.

6. Naprýeženiýeniň (elektrik energiýanyň) hiliniň soraglary.

7. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň (SKEÜU) dispetçerlemesi we awtomatizasiýasy.

Şol sebäpli hem meseläniň häzirki wagtdaky analizini onuň önünden morfologiki, funksional we maglumaty suratlandyrylyş ýagdaýyndan alyp gitmeli, tehniki düzgün

nukdaý nazardan meseläniň suratlandyrylyşy bilen ulgamlaryň suratlandyrylyşynyň umumulygy bar.

Biziň ýagdaýymyzda morfologiki suratlandyrmalaryň astynda elektrik ulgamlaryň çyzgylaryna, olaryň aýratyn düzgün serhetlerine, dürli set derejelerinde fiziki-tehniki aýratynlyklaryna, çalşyryjy çyzgylara degişli şertli aýratynlyklara düşüneris, bu ýere başga-da dürli çyzgylaryň üýtgedijileri hem degişlidir – olaryň ekwiwalentliligi. Geljekde elektrik ulgamy aşaky düzgün-derejelere böleris.

1. Paýlaýjy elektrik stansiýalaryň (PES) setleri bolup durýan (220-750 kW naprýeženiýeli ulgam dörediji dereje) 220-750 kW dereje.

2. 110-500 kW naprýeženiýeli çylşyrymly ýapyk we açyk (birikdirilmedik) setler, paýlaýjy elektrik stansiýalaryň (PES)setleýin ýadrosy.

3. 1 kW naprýeženiýe çenli setleriň derejesi (dereje asty) bolan 6-35 kW-ly açyk (birikdirilmedik) paýlaýjy setler.

Meseläni funksional suratlandyrmasy optimizleşdirmäniň ähli maksatlaryny we olara ýetmegiň ugurlaryny bilmek üçin gerekdir, bularyň ählisi meseläniň dürli edip goýluşunda, dürli set derejelerinde köp meseleleri matematika görnüşe geririlýär, mysal üçin: proyekt meseleleri. Matematika gärnüşde işlenip düzülende wajyp ugurdan ugur almaly – onuň takyklygy berlen maglumat bilen gabat gelmeli ýa-da onuň kesgitsizlik derejesine gabat getirmeli. Elektrik energetikasynda düwünleriň ýükleriniň aktiw we reaktiw ýitgileriniň setde udel köpelmesi esasynda effektiwliligi görkezijileri ulanýarlar, degişlilikde Meseleleriň maglumatda suratlandyrylyşy bir tarapdan ulgamyň guralyşy barada (berlen ýygnaýy, gerekli ugurlarda ulgama täsir etmegiň ýollary) berýär, beýleki tarapdan bolsa – ulgam barada kesgitlenilmedik berlenleriň formasyny we derejesini häsiýetlendirýär, diýmek, onuň häsiýetiniň öňünden aýdyp boljaklygyny kesgitleýär. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň (SKEÜ)optimizleşdirmesini şu aşakdaky ulaldylan

operasiýalara getirýän guramaçylyk ykdysady dolandyryşa degişli etse bolýar.

1. Energoulgam baradaky berlen maglumaty ýygnamak we operator-hasapça bermek (geçirmek).

2. Berlen maglumaty elektrik hasaplaýji maşynlarda programmalaýyn işlemek-bar bolan matematika modelleriň kömegi bilen optimal çözügütlü ulgamlary almak.

3. Alnan çözügüdi amala aşyrmagyna we ulanylmagyna geçirmek.

Dolandyrmagyň berlen görnüşiniň maglumaty geçirmeginiň esasy formasy hökmünde ulanylan serişdesi dýmekdir. Ekspluatasiýa we proyekt guramalarynyň hereketlerini teklipl edilýän dokumentleriň gerekli mukdary, olaryň ulanyjylary bilen gerekli gatnaşygy we olaryň saklanyşy işlenip düzülen.

Has uly ýetmezçilikler meseläniň maglumat bilen üpjünçiligindedir. Çäklendirilen tehniki dokumentasiýanyň dolandyrylmagyny dolandurýan akymyň gurulmasy gutarylan hasaplanylýar. Kesgitsizliklerde – ýükleriň, ýitgileriň bahasy. Köpkriteriýallyk şertlerinde çözügüt kabul etmek metodikasy ýok. Matematika modelirlemä klassiki golaýlamak başky maglumaty üýtgedijini bilmekligi göz önünde tutýar, şonuň üçin ol ýa-ha kesgitlenen görnüşlerde, ýa-da şertli kesgitlenen ýagdaýlarda, haçanda berlenleriň orta bahalary bilen operatiw-länlerinde ulanarly. Meseläniň goýluşyndan çykmaklygynyň häsiýetnamalarynyň beýleki ähtimallyklaryny tapmaklygyň synaşyklary hemişe položitel netije bermeýär we şonda degişli täzeden hasaplamaly we tötänleýin sanlaryň generasiýasyna esaslanan maglumatda synaga baş goşýarlar. Bu örän gymmat we zähmeti köp talap edýän çözügütdir.

1.3.Optimizleşdirmegiň esasy maksatlary we kriteriýalary. Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamynyň ulgamlaýyn hasaplamasynyň öýkünme görnüşleriniň strukturasy

Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamynyň (SKEÜU) optimizleşdirmesiniň tehniki-ykdysady manysy köp kriteriýalydyr. Adatça iş üstünde (praktikada) minimum **3** we minimum **ΔP** kriteriýalary ulanýarlar. Setdäki doly toguň peselmesi başga köp peýdaly mümkinçilikler döredýär: köp ýagdaýlarda setiň aýratyn elementlerine gidýän kapital çykdajylary peseldip bolýar (transformatoryň kuwwatyny, liniýalaryň kese-kesigini kiçeldip), setiň aýratyn düwünlerinde naprýeženiýeniň ulalmasy alyp barýar. Görkezilen eseslaryň arabaglanyşygy kyn. Hatda ýönekeý setde hasap geçirmegiň synanşygy maksada ugrukdyrylan funksiýanyň has çylşyrymlaşmagyna getirýär.

Kriteriýalar.

1. Ykdysady görkezijileri ulaltmak :

1.1. Setdäki elektrik energiýanyň ΔW we ΔP aktiw kuwwatyň ýitgilerini peseltmek.

1.2. Sete goýulýan maýa goýumlaryny azaltmak.

2. Energoulgamyň maksimal iş düzgüninde podstansiýadaky naprýeženiýeniň üýtgemesiniň hasabyna tehniki görkezijileriň ýokarlandyrylyşy, bu elektrik energiýany gowulandyrmak üçin şertlerini döreýär.

3. Tehnologiki çylşyrymlylyklaryň azaldylyşy.

3.1. PES-laryň az düwünli sanlarynda ulanyjylaryň kompensirleýji gurluşlarynyň kontrasiýasy.

3.2. Oturdylan KG-laryň gerekli kuwwatynyň minimal ΔP kriteriýasy bilen deňşdireniňde kadaly düzgünde ulanyş derejesini peseltmek.

3.3. Ýitgileriň käbir ulalmagynyň hasabyna KG-laryň kuwwatlaryny dolandyrmagyň sutka içindäki ulgamlaryny ýönekeýleşdirmek.

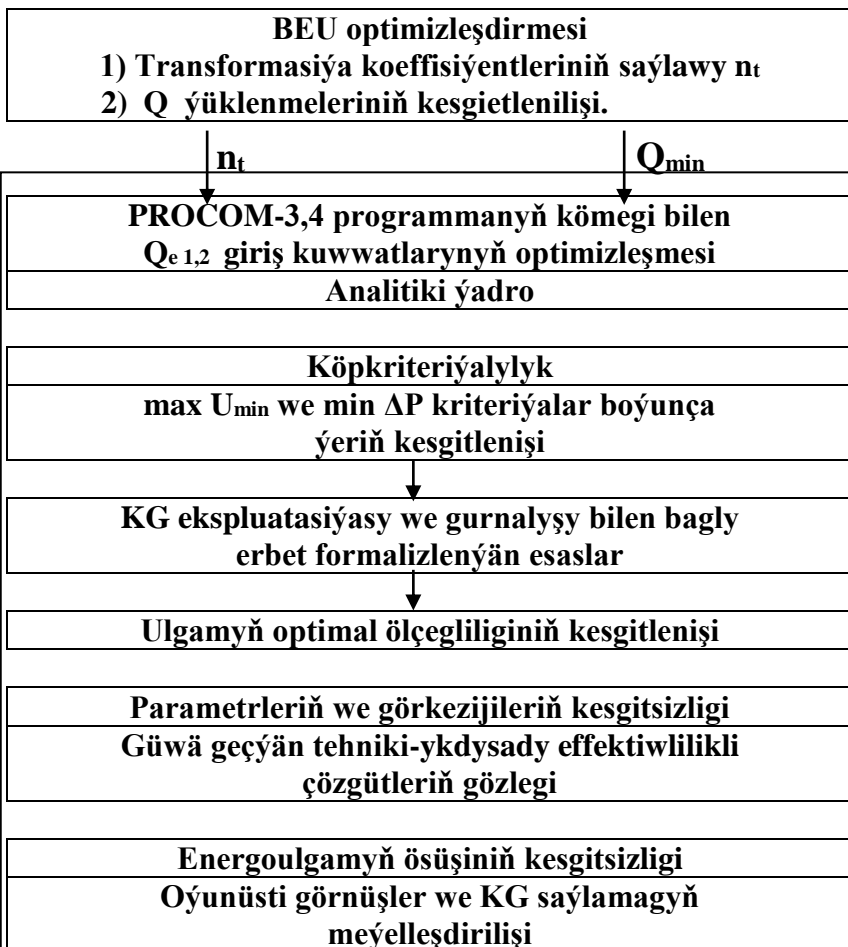
3.4. Elektrik üpjünçilik çygzylarynyň sadalaşdyrylyşy.

3.5. Esasy paýlaýjy punkt (EPP), transformator podstansiýa (TP), paýlaýjy gurluş (PG), kompensirleýji gurluş (KG), naprýeženiýeni sazlaýjy gurallary ýerleşdirmegiň optimallaşdyrylyşy.

3.6. Telemekhanika we awtomatika ulgamlarynyň optimizirleşdirilmesi. Optimizirleşdirmegiň kriteriýalaryny we maksatlaryny 1 we 2 bölümler boýunça düzgünleýin tehnologiýa diýip atlandyrylýar. Değişlilikde meseläniň köpkriteriýaly çözgüdine şeýle seredilýär. EHM-larda hasaplama programmalarynyň kömegi bilen senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik shemalarynyň we real energoulgamlaryň çygzylary bilen eksperimental hasaplamalaryň esasynda analiz geçirilýär. Hasaplama eksperimentleriň özleri birnäçe alternatiwalaryň arasynda ylalaşyk çözgüdini tapmak üçin gözleg ýeriniň maksimal kiçeltmäge gönükdirilen, öňünden öňe sürülen gipetuzalary barlamak üçin geçirilýärdi.

Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň ulgamlarynyň hasaplamalarynyň öýkünme görnüşiniň strukturasyny.

Başlangyç maglumatyň dürli wariantlaryny görýän (ölçeýän) öýkünýän barlaglary umumy görnüşde iki gatlakly görnüş hökmünde göz önüne getirip bolar: birinji gatlak – öň işlenip düzülen kesgitlenen bir kriterial görnüşleriň ähli synpynyň ulanylmagy mümkin bolan elektrik setiniň ýagdaýynyň deňlemeleri esasynda çykyşyň girişiň funksional baglylygyny aňladýan analitiki ýadrosydyr; ikinji gatlak – optimallýgyň kriteriýalarynyň we maksatlarynyň; golaý ýyllarda energoulgamynyň ösüşiniň tehniki-ykdysady görkezijileriniň köpvariantlygyny kesgitli ssenariý boýunça ananlitik ýadronyň kömegi bilen köp-wariantly hasaplamalar.



1.3.1-nji çyzgy. Energoulgamda ulanyjylaryñ KG saylawynyñ immitasion görnüşiniñ strukturasy.

Energoulgamlarda kabul edilen maglumatlar bazasyna bolan ugrukmanyñ gerekli meýilnama üpjünçiligi bilen arabaglanyşygy.

Analitik yadrodaky ýöriteleşen hasaplamalaryñ maksady – EHM-iñ maksimal öndürijiligini almak, köpwariantly hasaplamalar bölümünde giñ mümkinçilikleriñ açylmagy.

Degişli ssenariýa hiç bolmanda indiki mümkinçilikleri göz önünde tutýan bolmaly; ýokarda seredip geçilýän optimallygyň esasy kriteriýalarynyň arasynda ylalaşyk tapmak; kesgitsizlik sebäpli goşmaça maýa goýumlary boýunça seresaply netijeleri kesgitlemeli, birinjiden ýükleriň we tehniki-ykdysady görkezijileriň kesgitsizligi sebäpli. Optimallygyň kriteriýalarynyň arasyndaky ýlalaşygyň gözlegi onlarça hasaplamalary talap etmegi ahmal. Berlen matematik modelleriň programmalaýyn hakykatlylygy programmalaýyn kompleks görnüşdedir. Suratda şol kompleksiň gurluşy getirilen, ol KG üçin analitiki ýadroda ulanylýan meýilnamasy iki görnüşinde bolýandyr.

Kyn we çylşyrymly ulgamlara uly senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlary hem degişli bolup bilýändir. Degişli matematiki üpjünçiliginiň aýratynlygyny gözden-göni geçirmäge ýene bir meseläni takyk çözmek derejesi boýunça olary differensirleýän asimptotik görnüşleri tapawutlylykda, çözülýän meseleleriň görnüşleri boýunça çylşyrymlaşýar.

Energoulgamlarda ulanyjylaryň KG saýlamagynyň imitasiýa modeliniň gurluşy (1.3.1.) çyzygyda görkezilen.

1.4. Senagat karhanalarynyň elektrik üpjünçiliginiň optimizleşdirmesiniň algoritmleriniň we matematika metodlarynyň klassifikasiýasy

Elektrik sepleriň hasaplama häsiýetleri we olary optimizleşdirmede ulanylyşy

Häzirki döwürde SKEÜU optimizleşdirilmesiniň iki sany oňat formirlenen esasy bardyr: ulgamlaýyn analiz-ulgamyň we aýratyn düzgün serhetlerini kesgit-lemek, köp derejeli dürli gurmak, enjamlaryň ösdüriliş, modeller ulgamda ösüşiň gidişi SKEÜU elementleriniň wagtynda saýlamak, ulgamyny dolandýrmak. Matematik üpjünçilik işlenilip düzülende

algoritm agdyklygy ýok etmek üçin iki sany usul yzarlanýar. Birinjiden, hasaplamalara esaslanmadyk ýokary takyklygyndan gaçyp ya-da gaça duryp görnüşiniň gerekli derejede gödekliginiň bahasy bilen (modeliň içki we daşky meňzeşliginiň gatnaşygy). Ikinjiden, bu iň esasy-matematik modelleriň ähli görnüşlerine Kirhgofyň we Omuň kanunlarynyň täsirini we arabaglanşygyny öz içine alýan meseleleriň elektroset aýratynlygyny ulanmak üçin synaňyk. Birinji ugury içinde oňat işlenip düzülen kwadratlaýyn görnüşleriň synplaryny alýan köp sanly modelleriň işlenip düzülmegine getirdi. Bu ýerde EHM-leriň pes we ýokary öndürijiligini upjün edýän we hasaplaýjy algoritimleri bilen tapawutlanýan takyk hasaplamalaryň dürli metodlary hem degişlidir. Ikinji ugur matematika modellerde oň agzalyp geçilen elektroset kanunlarynyň şekili bolup durýan elektrik zynjyrlarynyň aýratyn häsiýetleriniň döretmegine getirdi. Bu bolsa algoritimleriň minimal çylşyrymlylygynyň anyk esasydyr.

Umumy görnüşde matematiki modelleriň optimizirlenýän ulgamlaryň we şu ugurda çözülýän meseleleriň çylşyrymlylyk derejesi boýunça şeýle göz önüne getirip bolýar:

Bir polýar meseleleriň erkin sanyna getirilýän, ýönekeý elektrik set üçin özi

bilen analitik gatnaşygy döredýän, mikro gönüşler:

Şol sanda çyzykly däl hem deňlemeler ulgamlaryny çözmek arkaly çyl-şyrymly elektrik setdäki elektrik üpjünçilik ulgamyny şekillendirýän mikro-görnüşleriň köp ölçegli meňzeşligini emele getirýän, makrogörnüşler;

Modelleriň, ýa-da meňzeş maglumat görkeziji algoritim modelleriniň we makromodelleriniň sintezi bolup durýarlar we kesgitsizlik şertlerinde ugrukdyrylan köpwariantly hasaplamalary suratlandyrmak üçin niýetlenendirler.

Mikromodelleriň optimizasiýanyň meselelerini el arkaly çözmek oblastyny giňeltmek üçin gerekdir. Praktika üçin olaryň has gereklişi olaryň ýönekeý formulalar, nomogrammalar, egrileri tablissalar görnüşinde Hasaplanylýar. Haýsy alamat

boýunça mikro we makromodelleriň arasynda araçäk goýulýar, haçanda EHM-leriň ulanyşy nalaç bolanda. Maksimal ýapyk set, maksimal mümkin bolan doly gyýalap köpburçluk konturly setdir. Bu ýerde setiň her bir aýratyn şahasy boýunça çözügüt alynýar we hiç hili deňlemeler ulgamyny çözmek gerekdäl. Diymek, makromodelleriň gerek, haçanda setde aralyk düwünleriniň otnositel köp sany bolanda. Şol alamat boýunça SKEÛU köp çyzgylary çylşyrymly setlere degişli we olar el bilen hasaplama degişli dälidirler. Makromodelli energo-ulgamlaryň iýmitlendiriji setleriniň hasaplamalary üçin meseleleriň ‘giriş-çykyş’ görnüşinde kesgitlenen goýluş şertlerinde çözmek üçin hem ulanylýar. Markomodelli meňzeş ýadrosy, onuň birinji gatlagyny metal metamodelidir. Metamodeli makromodelden ikinji gatlak tapawutlandyrylýar, kesgitsizlikleri ýeňip geçmek üçin köpvariantly snerariýsi hasaplanýlar.

1.5. Elektrik sepleriň hasaplama häsiýetleri we olary optimizleşdirmede ulanylyşy

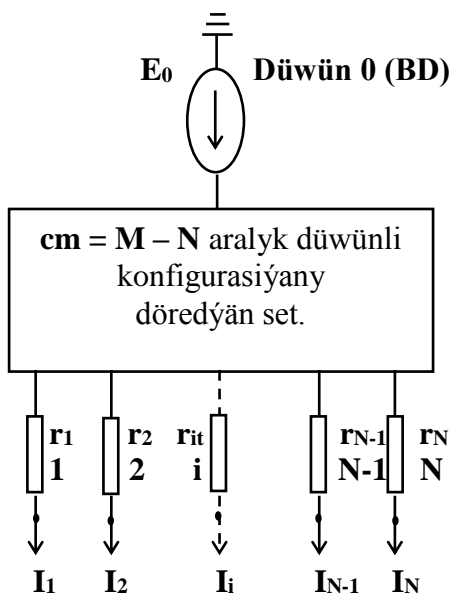
“Optimizleşdirmе” düşünjesiniň häzirki zaman etapynda seredilýän problemada edil uly ulgamlara bolan gatnaşyk ýaly manysy bardyr, iki derejesi bolan öýkünme görnüşini optimizleşdirmesine degişli gurluş bellenen. Birinji derejede (gatlak) hataryň käbir meňzeş görnüşini bolup durýar, ol çykyşyň ýag-daýyny häsiýetlendirýär, mysal üçin Q_E çykyşyň X ýagdaýyndan :

$Q_E = \varphi(X)$ bu ýerde φ – üýtgeме operatory, ol käbir maksatly funksiýanyň goýlan minimum meselesine jogap berýär: getirilen çykdaýylar, elektrik energiýanyň we kuwwatyň ýitgileri, has daşda ýerleşen podstansiýalaryň naprýaženiýalaryň bahalary.

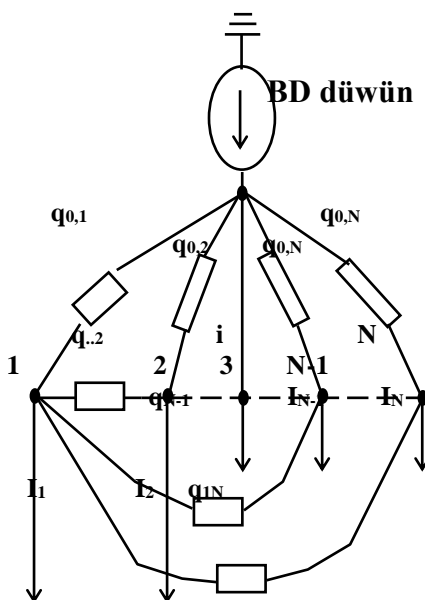
Ikinji dereje – görnüşini ulanmak arkaly geçirilýän köp wariantly hasap-lamalar, olar $x_1, x_2 \dots$ girişiň käbir

zygyiderliginiň görnüşinde kesgitli meýilnama boýunça geçirilýärler.

Birinji derejede ilki bilen elektrik ulgamyň fiziki-tehniki häsiýetlerini şöhlelendirýär. Ilki bilen Omuň we Kirhgofyň kanunlary, ulgamyň optimizleş-dirme çäkleri, üýtgeýän ululyklaryň düzülişi, dürli düzülüšli, bahalaryň gabat gelşi we ş.m.



a)



b)

1.5.1-nji çyzgy.

Görnüşiniň ikinji derejesi – köpvariantly hasaplamalaryň sneraýleri ulgamyň kibernetika häsiýetleri bilen ,onuň dolandyryjylygy ösüşiniň häsiýetleri bilen , onuň dolandyryjylygy, ösüşiniň häsiýeti we gidişleri, dürli kesgitsiz esas derejesi we häsiýeti we ş.m. bilen doly kesgitlenilýär.

Reaktiw ýükler-toklar diňe, ony R-çyzgyda geçireliň. Setiň R-çyzgysynyň ekwiwalentleşdirmesi M aralyk düwünleri içine almaýan gyýalap doly köp-burçlukdyr. Indi çyzgynyň şahalarynyň geçirijiliginini ýönekeýleşdirmek üçin $\mathbf{g}_f^{(R)}$ derek $\mathbf{g}_f = \mathbf{1}/\mathbf{R}_f$ diýip aňladarys, bu y_f kompleks geçirijiligiň maddy

böleginden berlen geçirijiligi tapawutlandyrýar. Goý $i=1, \dots, M$ düwünler aralyk ýa-da passiw, ýa-da ýüksüz, ýa-da fiksirlenen ýükli düwünler bolsunlar. $i = -m+1, \dots, N$ düwünler optimizlenýär, soňky düwünler bolsunlar. Olaryň köplüginde N harpy bilen aňladalyň. Soňky düwünleriň ýük şahalary bar, bu bolsa KG anyk birikme şertlerini kanagatlandyrýar. Eger reaktiw kuwwatyň genarasiýasyna we KG bolan çyk-daýjylar birmeňzeş bolsa, hakykat ýüzünde praktikada diňe energiýa ulgamyň ýük düwünleri üçin ulanarlykly, onda E_0 tygşyly potensial diňe bolansirleýji düwüne BD birikdirilip bilner, birikdirmäge derek her soňky ujy (1.5.1) (a) çyzgyda görkezilen. Eger tygşyly potensiallaryň soňky düwünleri dürli bolsalar, onda degişlilikde fiktiv EHG-leri soňky düwünlere birikdirmek gerek. M – aralyk düwünlerdäki m ýük sebäpli olar naprýeženiýeler boýunça N düwünleriň köplüğine bagly. Olary Gaussyň algoritmi boýunça shemalary gysmak usuly bilen shemadan aýyrmak maksada laýyk, şunlukda ýitgileriň udel ulanma bahalaryny we soňky düwünlerdäki naprýeženiýeni çalyşmaýarys. Şeýlelikde, aýranymyzda Q_j fiksirlenen ýükli düwüniň, g_{jf} geçirijiligi f -düzünler bilen bagly bolan, şol f düwünleriň arasynda ýüze çykýan täze şahalaryň geçirijilikleri şuna deň.

$$g_{t,s} = \frac{g_{tj} \cdot g_{sj}}{g_{jj}} \quad (t, s \in f); \quad (1.5.1)$$

paylanylyan ýük, mysal üçin t -düzüne

$$Q_{t(j)} = Q_j \frac{g_{jt}}{g_{jj}} \quad (1.5.2)$$

Netijede N köplükli g_{io} bazalaýyn geçirijilikli we soňky düwünleri bir-biri bilen birikdirýän g_{ij} geçirijilikli gyýalyp doly köpburçlyk emele gelýär. Islendik elektrik zynjyry we umuman

R_N burç garşylyklarynyň we G_N kwadrat simmetrik matrisalaryň düwün geçirijilikleriniň belli aýratynlyklary.

i-setiriň we j-sütüniň kesişmesinde degişli düwünleri birikdirýän (-) belgili şahalaryň g_{ij} geçirijiligi ýerleşýär ; her diagonal element bolsa

$$g_{ii} = \sum_j |g_{ij}| + g_{io} \quad (1.5.3)$$

seredilýän iki matrisanyň berk položitel kesgitliligini şertlendirýär.

G_N matrisa – esasy, sebäbi seti diňe mukdar taýdan häsiýetlendirmän, onuň çyzgysyny şekillendirýär.

$R_N = G_N^{-1}$ matrisa, ýükleriň birleýin üýtgemesinde düwünlerde naprýeženiýe-leriň üýtgemesi setiň reaksiýasy görnüşde häsiýetlendirýär. (1.5.1) b) çyzgyda üçin kwadrat programmirlenmäň indiki meselesini formulirläliň : bir jynsly däl minimum kwadrat formasy.

$$3 = I 3_{k0} + 3_{k1} Q_k + C_0/U^2 (Q - Q_k) R_N (Q - Q_k) \quad (1.5.4)$$

ikitaraplaýyn çäklendirmede.

$$Q_{kmax} \geq Q \geq Q_{kmin} \quad (1.5.5)$$

we balans şertde

$$I Q_k = Q_{k\Sigma} \quad , \quad (1.5.6)$$

3_{k0} , 3_{k1} , Q , Q_{kmax} , Q_{kmin} – berlen parametrleriň sütünleýin matrisalary;

$Q_{k\Sigma}$ – berlen balans hemişelik (konstanta). (1.5.6) çäklendirmeleri we 3_{xoi} hemi-şelik düzüjileri hasaba almaýan minimuma, şu indiki çyzykly deňlemeler ulgamy jogap berýär.

$$\frac{U^2}{2C0} \cdot \frac{\partial \Delta P}{\partial QK} = \frac{U^2}{2 \cdot C0} \cdot (-\delta Q) = RN(Q - QK) = (3K1 - I\lambda) \frac{U^2}{2 \cdot C0} \quad (1.5.7)$$

bu ýerde: λ – käbir hemişelik, onuň mukdar bahasy ähli KG-laryň $Q_{K\Sigma}$ gerekli jemleýji bahasyny üpjün edýär. Sepiň reaksiýasy hökmünde görkezilen näsazlyga jogap edip bizi gyzyklandyrýan, onuň düzgün görkezijilerine ýa-da parametrlerine düşüneris.

Elektrik setde naprýeženiýesiň ortalanmasy matrisa özgerdijilerde käbir kanunalaýyklyklary tapmaga kömek edýär, olar burç geçirijilikli matrisalaryň mukdar we bellik strukturasynyň sebäbi bolup durýarlar, bu bolsa optimizleşdirmegiň umumy matematika usullardan gaça durup has ýönekeý usullara geçmäge kömek edýär.

Reaktiw ýüklerden ýitgileriň ulanmasynyň takyk bahasyny, iki sany düzüji hökmünde göz önüne getireliň $\delta Q = \delta_{QR} + \delta_{QU}$, birinji setde reaktiw kuwwat akymynyň üýtgemesinde naprýeženiýeniň üýtgemesini göz önünde tutmaýar, ikinjisi diňe naprýeženiýeniň üýtgemesi bilen kesgitlenýär. Bu düzüjileriň arasynda radial liniýa üçin formuladan tapylan baglylyk şeýle:

$$\frac{\delta_{QU}}{\delta_{QR}} = \frac{\Delta Q}{Q}$$

Elektrik zynjyrlaryň esasy häsiýeti hökmünde KG kuwwatlarynyň ulalmasyny diňe δ_{QR} düzüji göz önünde tutýar. Ikinji düzüji δ_{QU} şol bir alamata eýe we şonuň üçin mukdar taýdan diňe häsiýetini güýçlendirýärler, kwadrat model bilen deňeşdireniňde δ_{QU} hasaba alynsa KG kuwwat köpelmeleriniň bahasy köp bolar. Hususy we özara garşylyklaryň naprýeženiýeniň gapdal düzüjileri uly bolmadyk we aktiwleri bolsa öte uly bolan düwünler bolan paýlaýjy elektrik stansiýa

(PES)üçin şu ýagdaý dogrudyr : setiň haýsy hem bolsa düwüninde reaktiw kuwwat üýtgeşe birinji bilen özara baglanyşygy bolan beýleki düwünler naprýeženiýeniň modulyny ters belgi bilen alar. Balans meselelerinde berlen ýitgileriň ösmesiniň tygşytly ululygyndan tapawutlylykda [80] üýtgemän galmaýar.

1.6. Senagar kärhanalaryň setlerinde kwadrat modeli ulanmak mümkinçiligi

Kwadratlaýyn model çykdaýjylaryň hemişelik we bölekleyin hemişelik düzüjileriň hasaby

Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamyny (SKEUU)optimizleşdirmek meselesinde matematiki enjamlaryň has gowy öwrenileni we ýaýrany kwadrat modeldir, ol setdäki naprýeženiýe kuwwatyň täsirini hasaba alman ýa-da doly hasaba alman, ýöne hasaplama nukdaý nazaryndan iň ýönekeýdir. Berlen modeli aýratyn ýagdaýlarda taslamaçyny we barlagçyny hasaplama işinden boşadýar, sebäbi onuň kömegi bilen tablisalary we hasaplama egrileri gurmak ýeňil. Kwadrat modeli senagat kärhanalaryň şertlerini ýerleşdirmek üçin esasy bolup durýandygy birmahal subut edildi, hut onuň özi berlen görkezmeler düzülende ulanylandyr.

Soňky ýyllarda kwadrat modeli energoulgamyň iýmitlendiriji setlerde ulanyp bolýandygy barada netijeler alyndy. Şunlukda setiň kesgitsizligini we birmeme onuň düwünlerindäki naprýeženiýeleriň birmeňzeşligini göz önünde tutup bolýan eken. Deňlemeler ulgamyndan näbellileri yzygiderli aýyryan belli bolan Gaussyň algoritmi bilen, islendik konfigurasiýaly seti, onuň görnüşüni üýtgedip bolýar. Bu eger ýükli we ýüksiz passiw düwünler yzygider aýrylanda set üçin ulanarlykdyr. Eger aýrylan düwünlerde ýük bar bolsa, onda ol belli bir usul bilen insident düwünlere “paýlanylýar”.

R we φ – shema üçin, soňra-da X-shema üçin kwadrat modelniň metodiki ýalňyşlyklaryny iki sany esasy görkezijiler

bilen bahalarys: ΔP ýitgiler we düwünlerdäki U_{\min} minimal napryžeňiýe. Birinji kriteriýa boýunça optimizleşdirmeden otnositel süýşme, %

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{km} - \min \Delta P}{\Delta P_0 - \min \Delta P} \cdot 100 \% \quad (1.6.1)$$

bu ýerde: ΔP_{km} – kwadrat modelde jogap berýän çözgütdäki ýitgiler.

ΔP_{\min} – takyk çözülen deňleşme ýüzüne çykyan minimal ýitgiler

ΔP_0 – setde KG bolmandaky başlangyç ýitgiler.

Ikinji kriteriýa boýunça optimumdan süýşme, % :

$$\delta U_{\min} = \frac{U_{\min}(\min \Delta P) - U_{\min, m}}{U_{\text{nom}}} \cdot 100 \% \quad (1.6.2)$$

Jemleýji kompensasiýanyň derejesine baglylykda bu iki metodiki ýalňyşlyklaryň üýtgemesi ýokarda görkezilen. Setiň dürli parametrlerinde (R we X – çyzgylaryň) şol bir hasaplama algoritmi ulanyň aksenti ol ýa-da beýleki tarapa garyp ΔP we U_{\min} görkezijiler bilen emeli dolandyryp bolýar. Kwadratlaýyn model we çykadjylyryň hemişelik we bölekleyin hemişelik düzüjileriň hasaby.

Kabul edilen kwadratlaýyn modeliň global minimumyny kesgitlemek üçin üznüksiz meseläň çözülişini bölünme nokadyndaky bu kwadratlaýyn gönükdirilen funksiýanyň bahalary bilen deňeşdirmeli. Munuň üçin optimizasiýa ösüşiň gidişi düwüniň gatnaşmagynda we gatnaşmasyzlygynda iki sany minimal çykadjylaryň tapawudy ýaly tapylan. Her KG-ýň we setiň her ýük düwüniň ulgamlaryň ekwiwalentligi önünden kesgitleýär:

$$\delta 3_j = 3_{N-1 \min} - 3_{N \min} \quad (1.6.3)$$

Kwadratlaýyn model umumylykda setiň ekwiwalentirlmesi bilen bilelikde üznüksiz meseläni çözmegiň netijeleri boýunça (2.2.6) bahasyny kesgitlemäge rugsat berýär. Şeýlelikde, onuň tygşytly warianty üçin şu formulany alarys.

$$\delta 3_j = \frac{C_0 Q_{kj}^2}{U^2 \cdot g_{jj}^{(Y)}} \quad (1.6.4)$$

bu ýerde: $g_{jj}^{(Y)}$ –düwüniň hususy geçirijiligi, bu ýerden görnüşi ýaly özünde seredilýän setiň integral effektiwliginden informasiýany saklaýar. Çylşyrymly setde KG ulgamlaýyn effektiwligini kesgitlemek üçin alnan formula üç wajyp sany aýratynlykda eýedir. Birinjiden, olar diňe özünden ekwiwalentirlenen başlangyç çyzgysy; diňe şu ýagdaýda düwünleriň $g_{jj}^{(Y)}$ hususy geçirijiliginiň ululyklary emele gelýär. Ikinjiden düwünde KG ýoklugynda ähli setiň reaksiýasyny bu formula göz önünde tutýar. Munuň netijesinde, ýok bolan KG effektiwligi galan KG-laryň kuwwatlarynyň ulalmasy bilen kompensirlenýär, şonuň üçin hemişe

$$\sum_{j \in 1} \delta 3_j < \Delta 3 \quad (1.6.5)$$

bu ýerde $\Delta 3$ – berlen düzgün bilen deňşdireniňde çykdaýjylaryň umumy peselmesi. Üçünjiden effektiwlik 3_{xij} udel çykdaýjylaryň bahalaryndan doly bagly däl, ýa-da ähli düwünler üçin olar barmi ýa-da ýoklugyna bagly däl. Çykdaýjylaryň global minimumyny kesgitlemek üçin KG ulgamlaýyn effektiwligini ulanyş algoritmine seredeliň. Görnüşi ýaly (naprýezeniýesi. 1 kw-dan ýokary kondensator batareýalary) gurnama 3_{koj} düzüjini hasaba alanymyzda hem özüni ödeýär, onda

$$\frac{C_0 Q_{kv}^2}{U^2 \cdot g_{jj}^{(Y)}} > 3_{koj} \quad (1.6.6)$$

Kritiki kuwwat diýip KG ululygy atlandyralyň.

$$[Q_{kj}] = \sqrt{\frac{3_{koj} U^2}{C_0}} g_{jj} = K_j \sqrt{g_{jj}} \quad (1.6.7)$$

Ol degişli deňligi şertlendirýär. Üznüksiz mesele çözülenenden soň düwündäki KG kuwwaty kritikiden $[Q_{kj}]$ uly bolsa, onda onuň gurnalyşy ödelýär, eger kritikiden kiçi bolsa - ödemeýär. Eger, düwünleriň ähli aktiw ýükleri üçin

$$Q_{kj} > [Q_{kj}], \quad (1.6.8)$$

(1.6.8) bolaysa ähli enjamlaryň oturdylmasy dogrudyr we üznüksiz meseläniň çözülişi şol bir wagtyň özünde üzülmeler bilen meseläniň çözülmesi bolup durýar. Berlen situasiýa anyklygy indiki ýagdaýa girizýär: $Q_{kj} = 0$ nullaýyn fiksasiýanyň netijesinde ululygyň kiçelmegi bilen, täze kritiki kuwwatlar $[Q'_{kf}]$ kiçelýärler, täze optimal kuwwatlar bolsa Q'_{kf} ulalýarlar. Birinji kesgitleme setiň matrisalaýyn häsiýetinden gelip çykýar, ikinjisi çyzgynyň häsiýetiniň gatnaşygundan.

Bu ýerden hasaplama algoritmi gelýär:

1. Üznüksiz mesele we ähli aktiw düwünler üçin kritiki kuwwatlar $[Q_{kj}]$ hasaplanylýar.

2. (1.6.8) deňsizlik ýerine ýetýän düwünler üçin KG oturtmak barada netijä gelinýär. Beýleki düwünler üçin kesgitli yzygiderlikde nobat boýunça nullaýyn fiksasiýa gerek.

3. Ilki bilen nullaýyn fiksasiýa $\gamma = Q_{kj} / [Q_{kj}] = \min$ bolan düwünlerde geçirilýär. Berlen düwün Gaussyň algoritmi boýunça setden aýrylýar.

4. Täze düwin üçin ýene-de üznüksiz mesele çözülýär we ýokarda getirilen hasapalamalar gaýtalanýar. Berlen usuly ulanyş tejribesi gerekmejek goşmaça maýa goýumlaryny goýmakdan gaça durmaga kömek edýändigini görkezýär. (1.6.8) deňsizlik ýerine ýetmeýän düwünler üçin toparlaýyn nullaýyn fiksasiýa we ol düwünleri ulanman gutarnykly Q_{kj} kuwwaty kesgitleýän üznüksiz mesele çözülýär.

II. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamynda kuwwat ýitkiler

2.1. Kuwwat ýitgileri boýunça senagat elektrosetlerini ekwiwalentirlemek

Senagat setleri birikdirilmedik düzgünde işleýärler, bu bolsa gysga utgaşma toklaryny peseltmäge we şol sebäpli arzan kommutasiýa enjamlary ulanmaga, (P_3) ýönekeýleşdirmäge mümkinçilik berýär. Bu setler köplenç dürli görnüşli gurluşy bolan otnasitel gysga kabel liniýalary bilen ýerine ýetirilýär: radial liniýalaryň topbajyklary, territorial kondensirlemek seh transformatorlarynyň toparlaryny iýmitlendirýän; magistral liniýalar, iki basgançakly radial shemalar. El bilen hasaplananda, EHM ulanylanda hem bular ýaly berlen seti radial liniýalar bilen ekwiwalentirlemek tygşytdydyr.

ΔP min kriterýasy boýunça düwünlerde Q_k kompensirleýji gurluşlaryň umumy kuwwaty ýerleşdirilende bu setdäki kuwwat ýitgileriniň maksimal peselmesini hasaplamak üçin:

$$\delta \Delta P = \frac{R_{yk}}{U^2} Q_k (2Q - Q_k), \quad (2.1.1)$$

bu ýerde: R_{yk} -şahalarynyň aktiw garşylyklarynyň
 yzygider parallel goýulmagy arkaly alynan
 başlangyç setiň ekwiwalent garşylygy;
 Q - berlen setiň umumy reaktiw ýüki.

Sadalaşdyrylan formula ähli ýük düwünlerinde KG
 oturdylan şertinde ýerine
 ýetirýän indiki takyklygy esaslanan:

$$\delta\Delta P = \Delta P_p - \Delta P_{p(k)} = \Delta P_p - \frac{\lambda}{U^2 R_{yk}} = \frac{1}{U^2} \bar{Q} R Q - \frac{R_{yk}}{U^2} (Q - Q_k)^2 \quad (2.1.2)$$

Lagranjyň köpeldiji ululygy λ şertli belli bolan
 optimallýk serti boýunça berlen Q_k jemleýji kuwwat bilen
 kesgitlenýär:

$$\lambda = \frac{U^2}{2} \frac{\partial \Delta P_{p(k)}}{\partial Q_{i(k)}} = R_{yk} (Q - Q_k), \quad (2.1.3)$$

bu ýerde: $Q_{i(k)}$ - i-nji düwüniň optimal doly
 kompensirlenmedik reaktiw ýüki;

ΔP_p^1 - golaýladylan ululygy (2.1.2)
 goymak (2.1.1) formulany berýär.

Doly kompensirlenmedik $\Delta P_{p(k)}$ kuwwat ýitgileri
 (2.1.2) ikinji düzüjisi boýunça R_{yk} kömegi bilen takyk
 hasaplanýandygynyň, ΔP_p^1 berlen ýitginiň ululugy boýunça
 umumy ýagdaýda diňe takmynan hasaplanýandygy sebäplerini
 düşündireliň. Şunlukda (2.1.2) birinji düzüjisini käbir ýalňyşlyk
 bilen approk-simirlýär.

Reaktiw ýükde umumy ýagdaýda görnüşiň ýitgileriniň
 udel ösüşiniň deňligi ýerine ýetmeýär, şunlukda alarys.

$$\frac{U^2}{2} \frac{\partial \Delta P_p}{\partial Q_i} = \lambda_i = \mathfrak{g}ar, \quad (2.1.4)$$

(2.1.1) formula ýalňyşlyklary (2.1.2) birinji düzüjisi we onuň bahasy bilen deňeşdireniňde (2.1.4) ýaýradys bahalarynyň ösüşi bilen deň ösýär. Bu ΔP_p şu görnüşe getirilenden soň has anyk bildirýär.

$$\Delta P_p = \frac{1}{U^2} \overline{Q} R Q = \frac{1}{2} \overline{Q} \left\| \frac{\partial \Delta P}{\partial Q_i} \right\| = \frac{1}{2} \overline{Q} \sigma, \quad (2.1.5)$$

bu ýerde: setiň aýratyn düwünler boýunça kuwwat ýitgileriniň udel ulalmalary σ sütün matrisasy bilen getirilen.

Hususy ýagdaýda, haçanda tebigy ýüklerde bu ulalmalar biri-biri bilen deň bolanda, onda (2.1.1) görä şuňa deň bolar.

$$\sigma = \frac{2}{U^2} R_{yk} Q. \quad (2.1.6)$$

(2.1.1). görnişe eýe bolýar.

Belläliň, kuwwat ýitgileriniň KG gosmaça Q_k ýerleşdirilmesiniň min $\Delta P_{p(k)}$ ululyk bilen deňeşdireniňde mümkin bolan peselmeleri (2.1.1) boýunca kesgitlenýär, özem ýalňyşlyksyz. Şu ýagdaý üçin hem berlen formula G.M.Tatewosýan tarapyndan hödürlendi.

(2.1.1) we (2.1.2) aňlatmalar bilen formulalaryň olaryň takyk görnüşleri bilen deňeşdireniňdäki ýalňyşlyklary alarys:

$$\delta_1 = \frac{\Delta P_p - \Delta P_p^1}{\Delta P_p^1} = \frac{\overline{Q} R Q}{R_{yk} \cdot Q^2} - 1 = k - 1 \quad (2.1.7)$$

$$\delta_2 = \frac{\delta \Delta P - \delta \Delta P^1}{\delta \Delta P^1} = \frac{\delta_1}{2 Q^* - (Q^*)^2}, \quad (2.1.8)$$

bu ýerde: $\overset{*}{Q}_k = \frac{Q_k}{Q}$.

Goýlan mesele (2.1.7) – dăki K koeffisientiň maksimal bahasyny bahalandyrmaga getirilýar, matematika manysy boýunça bu sorag G.M. Kallow tarapyndan çözülen, kabir tertipleşdirilen diagrammanyň formasynyň maksimal koeffisientini bahalandyrmaga ulanarlykly. Şoňa meňzeşlikde δ_1 maksimal ýalňyşlygy setiň radianlarynyň eksperimental ikibasgaçakly modelleriniň arasynda gözläris. (2.1.1) formulalary kompensasiýa derejesi $\psi_p > 0,4$, liniýalaryň ýaýraw uzynlygy 1000 metre çenli bolan set üçin ulanarlyklydyr.

2.2 EPP, PG, TP ýerleşdirilişiniň optimizasiýasy, senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň transformasiýasyny peseltmek

Ýüklenmeleriniň kartogrammasy we elektrik ýüklenmeleriniň merkeziniň kesgitlenişi.

Elektrik üpjünçiligi ulgamlarynda rasional iş durkuny almak üçin belli bir derejede transformatorly podstantsiýalaryň dogry ýerleşmekleridir. EPP-niň ýerleşjek ýerini kesgitlemek üçin taslama işlenende senagat kärhanasy üçin baş meýilnamada hemme elektrik ýüklenmeleriniň derejesi düzülýär. Ol baş meýilnamada elektrik ýüklenmeleriniň kuwwatyny göz önünde tutýan töwerek hökmünde gurulýar, onuň üçin belli bir masştab kabul edilýär. Masştab hasaplanan kuwwata görä alynýar.

EPP we EPG hasaby boýunça alynýan ýüklenme merkezine ýakyn ýerleşmelidir, onuň manysy ýokary naprýeženiýeni ýakynlaşdyrmakdyr. Sebäbi, şeýle bolanda ýokary naprýeženiýe üçin çekilýän simleriň ýa-da kabelleriň az mukdara ulanylmagy, şoňa laýyklykda kiçi naprýeženiýe degişli bolan simiň ýa-da

kabeliň sany hem azalýar. Mundan başga-da umumy aktiw kuwwatyň we naprýeženiýeniň ýitgileri hem azalýar.

Tegelegiň meýdany masştapda alnyp hasaplanan ýüklenmä bagly şeýle kes-gitlenýär:

aktiw kuwwat üçin

$$P_i = \pi R_i^2 \cdot m \quad R_i = \sqrt{\frac{P_i}{\pi \cdot m}} \quad (2.2.1)$$

doly kuwwat üçin

$$S_i = \pi R_i^2 \cdot m \quad R_i = \sqrt{\frac{S_i}{\pi \cdot m}} \quad (2.2.2)$$

bu ýerde: P_i , S_i - "i" belgileri sehiň aktiw we doly kuwwaty;

R_i -tegelegiň radiusy;

m -tegelegiň meýdanyny hasaplamak üçin alynan masştab (hemme seh üçin hemişelik).

1000 W çenli we naprýeženiýedäki elektrik ýüklenmeler tegelek ýa-da onuň sektory hökmünde görkezilýär. Sehdäki elektrik ýüklenmeler ortaça ýygylkda ýerleşýär diýip kabul etsek, şoňa laýyklykda ýüklenme merkezi baş meýelnamada görkezilen merkezde düşýär.

Yşyk üçin elektrik ýüklenme 1000 W çenli naprýeženiýä degişli agramyň tegeleginde sektor hökmünde görkezilýär. Sektoryň burçy α_i yşyklandyryş elektrik ýüklenmäniň P_{hi} bütin sehiň ýüküne $P_{h,y,i}$ gatnaşygy hökmünde kesgitlenýär:

$$\alpha_i = \frac{P_{h,y,i} \cdot 630}{P_{hi}}; \quad \alpha_i = \frac{P_{h,y,i} \cdot 630}{S_{hi}} \quad (2.2.3)$$

Kartogramma düzülende sehäki hasaplanan aktiw P_{hi} , doly S_{hi} hasaplanan yşyklanma ýüklenme $P_{h.y.i}$ gidýän ýüklenmäni bilmeli. Soňra masştab kabul edilýär EPP ýa-da EPG-niň ýerleşýän ýerini bilmek üçin sehleriň aktiw P_{hi} , reaktiw Q_{hi} we doly S_{hi} kuwwatyny kesgitleýäris. Aktiw, reaktiw we doly kuwwatlaryň özbaşdak kesgitlemesiniň sebäbi olaryň aýratyn üpjün edijini ulanmagy (TP, PG, generator, KG, SK).

Baş meýilnamada koordinata çyzyklary görkezilýär. Senagat kärhananyň elektrik ýüklenme merkezi (EÝM) aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenilýär; bu ýerde: $X_{o.a}$, $Y_{o.a}$, $X_{o.r}$, $Y_{o.r}$, $X_{o.d}$, $Y_{o.d}$ -aktiw, reaktiw we doly elektrik ýük-lenmeleriniň ýerleşýän merkeziniň koordinatalary;

$$X_{o.a} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{hi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_{hi}}; \quad Y_{o.a} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{hi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n P_{hi}} \quad (2.2.4)$$

$$X_{o.r} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{hi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n Q_{hi}}; \quad Y_{o.r} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{hi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n Q_{hi}} \quad (2.2.5)$$

$$X_{o.d} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{hi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n S_{hi}}; \quad Y_{o.d} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{hi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n S_{hi}} \quad (2.2.6)$$

bu ýerde : P_{hi} , Q_{hi} , S_{hi} -"i" -sehiň aktiw, reaktiw we doly kuwwatlary;

X_i , Y_i -"i" -sehiň ýüklenmäniň merkeziniň koordinatalary.

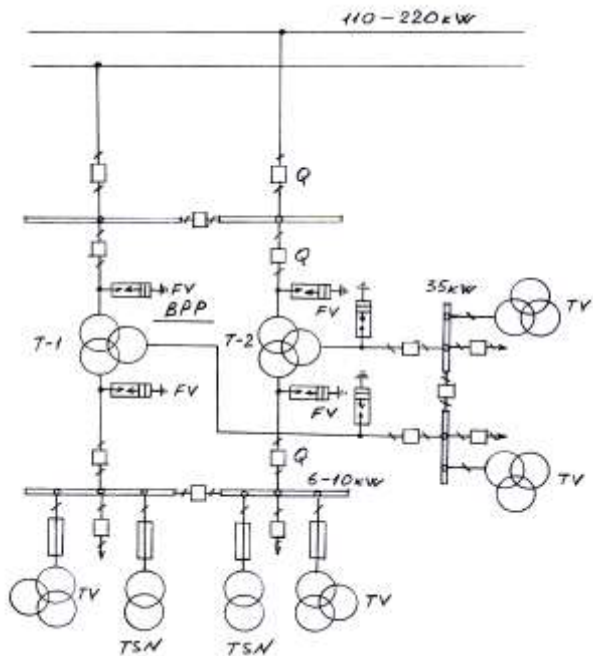
2.3. Kärhananyň daşky elektrik üpjünçilik çyzygylaryny saýlamak

Kärhananyň daşky elektrik üpjünçilik shemalaryny saýlamakda ygtybarlyk we tygşylyk bilen bir hatarda kärhananyň teretoriýasynda ýüklenmeleri ýerleşdirmek häsiýeti, sarp edilýän kuwwatlyk, iýmitlendirişniň hususy çeşmesiniň bolmagy ýaly talaplary hasaba almak zerurdyr.

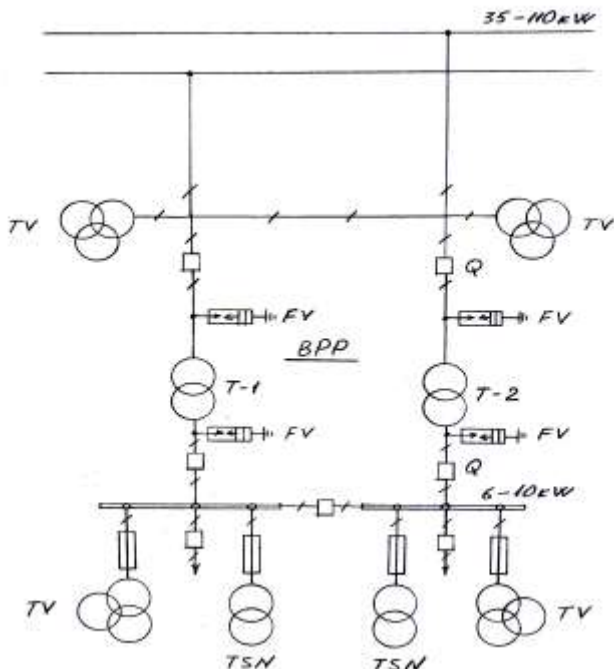
Elektrik energiýany kabul edijileriň ornaşdyrylan kuwwatlygyndan baglylykda uly ($75 \div 100$ MWt we köpräk), orta ($5 \div 75$ MWt çenli), we az (5 MWt çenli) kuwwatlykly ýerleri tapawutlandyrýarlar. Az we orta kuwwatlykly kärhanalar üçin, düzgün boýunça elektrik energiýany bir kabul edilşli punktly (EPP, EPG, PG) elektrik üpjünçilik çyzygysyny ulanýarlar. Eger I kategoriýaly (derejeli) sarp edijiler bar bolsa, onda kabul edji punktyň seksionirlemesine we her bir seksiýany aýry liniýalar boýunça iýmitlendirmeklige seredilýär (çyzygy 2.3.1, 2.3.2).

Iki we köpräk kabul ediş punktly çyzygylary I derejeli sarp edilmä eýe bolan uly kärhanalarda elektrik energiýanyň kuwwatly we enjamlaşdyrylan toparly kabul edijileriniň bolmagynda, kärhananyň etaply ösmeginde, haçanda ikinji nobatdaky iýmitlendiriş elektrik energiýanyň aýry kabul ediş punktyndan ýerine ýetirmek ykdysady taýdan maksada laýyk bolanda, şeýle-de haçanda kabul ediji punktlar PG funksiýany şol bir wagtda ýerine ýetirende we olaryň ornaşdyrylmasy ykdysady taýdan maksada laýyk bolanda ulanylýar.

Etrap setlerinden 35, 110 we 220 kW iýmit alyjy, orta we uly kuwwatlykly kärhanalar üçin, çuňňur girişli shemany giňden ulanýarlar. Şeýle shema döwürleýin transformasiýanyň we apparatlaryň basgançaklarynyň kiçi mukdary



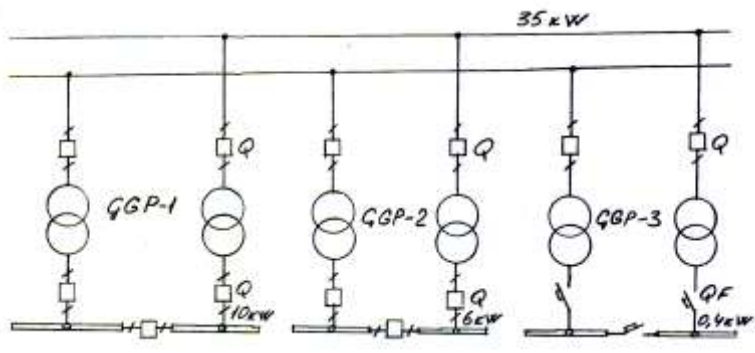
2.3.1-nji çyzgy. Daşky elektrik üpjünçilik üçin sargy transformatorlyň radial çyzgysy



2.3.2-nji çyzgy. Daşky elektrik üpjünçilik iki sargy transformatorlyň radial çyzgysy.

bilen sarp edijileriň elektrik gurulmasyna ýokary naprýeženiýe ýakynlaşma uly mümkinçiligi bilen häsýetlenýär.

Çuňňur girizişli liniýalar kärhananyň teretoriýasy boýunça geçýär we iýmitleniş ýüklenmelerine golaý ýerleşen, çuňňur girizişli podstansiýalara (ÇGP) birnäçe şahalanma eýedirlär. Adatça çuňňur girizişli podstansiýa (ÇGP) ýönekeý çyzgy boýunça ýerine ýetirýärler: öçürjiler we ýokary naprýeženiýe tarapynda ýygnaýyş şinalary bolmasyzdan.



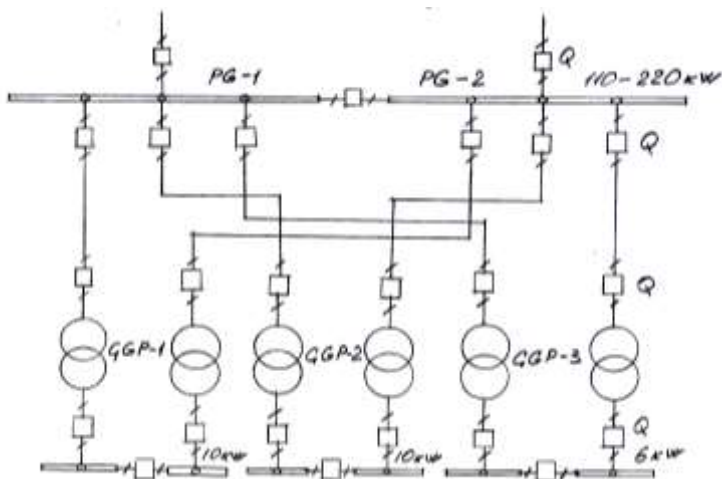
2.3.3-nji çyzgy. Çuňňur girizişli podstansiýa (ÇGP) magistral çyzygysy.

Aýryjyly we gysga utgaşdyrmaly çyzygylar has arzan bolup durýarlar. Elektrik energiýany bölmeklik şeýle çyzyglarda PG 10 kW ÇGP ikilenji napriýeženiýeli amala aşyrylýar.

Çuňňur girizişli magistral howa liniýalary görnüşinde we radial howa hem-de kabelli liniýalar görnüşinde ýerine ýetirýärler.(çyz. 2.3.3, 2.3.4).

Magistral çuňňur girizilişi adatyly we az hapalanýan daş-töwerekde, haçanda kārhananyň territoriýasy boýunça 110-220 kW napriýeženiýeli howa liniýasynda geçirmek we ÇGP elektrik energiýasyny sarp edijileriň esasy toparynyň töwreginde ýerleşdirmek mümkin bolanda ulanylýar.

Çuňňur girizişli radial düzgün boýunça, hasaplanan daş-töwerekde ulanylýar. Kabelli radial girizişli howa liniýalaryny gysdymaklygyň mümkin bolmazlygynda we 110-220 kW has uly şahalanan podstansiýalary ýerleşdirmekde ulanylýar. Çuňňur girizişli radial çyzygylar uly maýyşgaklyga we magistrallylar bilen deňeşdirilende ulanylyşda uly magistralylyga eýedirler, sebäbi bir liniýanyň ýa-da transformatoryň zaýalanmagy ýa-da bejergisi beýleki podstansiýalaryň işine päsgel bermeýär.



2.3.4-nji çyzgy. Çuňňur girizişli radial çyzgy.

Çuňňur girizişli çyzgylar uly ýönekeýlikde we arzanlykda ygtybarlygy boýunça merkezleşdirilen elektrik üpjünçilik shemalaryndan galmaýarlar. Olar islendik derejeli sarp edijileri üçin ulanarlydyr.

2.4. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň elektroset meselelerinde çäýe matematika maglumatlaşdyрмаň elementleri

Ulanyjylaryň kompensirleýji gurluşlarynyň ýerleşşi boýunça şol wagtda energoulgamyň ýagdaýyna baha bermek

Çyzykly däl matematika maglumatlaşdyрмаň meselesine seredip geçeliň.

$$3 = \varphi(Q, U) \rightarrow \min; \quad (2.4.1)$$

$$V(Q) = 0$$

(2.4.2) - garaşsyz üýtgeýänlere berlen deňagramlyk şerti.

$Q_{min} \leq 0 \leq Q_{max}$ (2.4.3) - garaşsyz üýtgeýänlere iki taraply çäklendirmeler;

$U_{min} \leq U \leq U_{max}$ (2.4.4) - garaşly üýtgeýänleriň modullary;

$W(P, Q, U) = 0$ (2.4.5) - setiň durnuklanan düzgüni berjaý edilen şertinde (setiň ýagdaýynyň çyzykly däl deňlemeleriniň ulgamy).

Belli bolşy ýaly onuň synyply çyzgy boýunça çözülişi Lagranjyň usulyna meňzeşdir.

Şunlukda esasy kynçylyk naprýeženiň garaşly üýtgeýänlerine bolan çäklendirmeleriň (2.4.4) hasaby bolup durýar. Düwünleriň reaktiw kuwwatlaryna (2.4.3) bolan çäklendirmeler bolsa çylşyrymly däl, şol sanda elektrik setleriň ýörite häsiýetleriniň komegi bilen, häzir hem seredilmeýär.

Goý, reaktiw kuwwaty boýunça optimizirlenen N sany düwünli set üçin ýitgiler minimumlensin

$$\Delta P(Q_n) \rightarrow \min, \quad (2.4.6)$$

giriş kuwwatlaryna deňagramly çäklendirmede

$$\sum Q_n = Q \quad (2.4.7)$$

we naprýeženiye bolan çäklendirmede

$$U_{min} \leq U \leq U_{max}.$$

Hususy meseläň çözülişi netijesinde (2.4.4), (2.4.5) ΔP_{min} ululyk we degisli üýtgeýänler tapyldy, ýöne köp sany çäklendirme bozulmaly $f \subset N$ düwünler emele geldi

diýeliň. Indi bolsa Lagranjyň usuly bilen şu görnüşli f baglaňsyk deňmeleriniň ulgamyny bilelikde çözelň.

$$\delta Q_n = \psi(\delta U_f), \quad (2.4.8)$$

Lagranjyň funksiýasyndan hususy önümleriň N deňlemeler ulgamyny we deňölçeglik deňlemesi (2.4.5). Meselesiniň ölçeği boýunça giňeldilen bular ýaly operasiýanyň manysy, (2.4.6) düzgündäki deňlemeleriň $N-f$ azatlyk derejelerini ön tapylan ΔP_{min} optimadan $\delta \Delta P$ gyşarmany minimizasiýalaşdyrmak üçin ulanylýar. Jerime usuly giň ýaýran, haçan-da her düwün üçin gönükdirilen funksiýa fiktiw kuwwat ýitgileri goşulanda mysal üçin şu görnüşde

$$\Delta P_i = k(U_{min} - U_i)^2; \quad i \in f \quad (2.4.9)$$

eger berlen düwünde naprýeženiýe aşaky rugsat bererli derejeden çyksa (k -käbir koeffisient).

Bellemeli zat, çäklendirmeler duzgun bolşy ýaly gapma-garşy: düwünleriň reaktiw kuwwatlaryna çäklendirmeleriň ýerine ýetirilişi bilen naprýeženiýeleri boýunça sazlaşmaýar. Tejribe görkezýär, bu we beýleki düwünleriň reaktiw kuwwatlaryna çäklendirmeleriň girizilmegine naprýeženiýeleriň böleklerindäki düwünleriň duýujylygy uly däl we şol sebäpli ýokary bahalara (2.4.6) - 1% - golaý - käbir uly bolmadyk goýberilmeleri girizmek arkaly gapma-garşylyk aýrylýar.

Onda energoulgamynyň ulanyjylarynyň reaktiw kuwwatlary boýunça 6,10 kW podstantsiýalaryň şinalarynda düwünlerde naprýeženiýe we reaktiw kuwwatlara çäklendirmeler bolanda optimasiýa iki sany operatorlaryň kömegi bilen geçirilip bilner $\delta Q_N = \Psi_1(\delta \sigma_{Q_n})$ we $\delta Q_f = \Psi_2(\delta U_f)$, bu ýerde $\delta \sigma_{Q_N}$ -gönükdirilen funksiýanyň

minimumyna ýetmek üçin düwünlerdäki ýitgileriň ulgamlarynyň gerekli üýtgemeleri

Netijede şuny aýdyp bolýar, praktikada ulanyjylaryň KG rasional ýerleşdirilmeginiň energoulgamlara girizilişi başlady we şol sebäpli bu ugurda ilkinji ädimlere garaşyp bolýar.

Ulanyjylaryň kompensirleýji gurluşlarynyň ýerleşşi boýunça şol wagtda energoulagamyň ýagdaýyna baha bermek.

EHM hasaplamasy üçin häzirki döwürde bar bolan usullar we meýilnamalar optimizasiýanyň kabul edilen kriteriýalary boýunça KG ýerleşiş wariantlarynyň praktikada optimal wariantlardan gyşarma derejesine baha bermäge mümkinçilik berýär. Muny iki sebäbe görä etmek gerek.

Birinjiden, optimizasiýa effekte, goşmaça tehniki - ykdysady effekte getirýän kämilleşdirmeleriň meýilleşdirilişi we dürli usullaryň esaslandyryl-magyndan zerurlyk çekýär.

Ikinjiden, ulanyjylaryň KG ýerleşdirilişiniň meýilnama laýyk optimal strategiýasyna geçirendäki energoulagamyň özüniň bar bolan tehniki-ykdysady görkezijilerini ýokarlandyrmagynda bar bolan ätiýaç mümkinçiliklerini anyklamak zerurdy. In soňky, goşmaça maýa goýumlaryny göz önünde tutmazdan, köp gulluklaryň we edaralaryň psihologiki taýdan, üýtgedip gurulmagyny ulanyjylaryň KG ýerleşdirilişiniň optimizasiýasyny çözmekligiň teoriýasyny durmuşa geçirmäge kömek edýän guramaçylyk mehanizmini praktikada sazlamak köp işi talap edýär. Energoulgamlaryň kesgitli ykdysady özbaşdaklyga geçmeklige seredilýän problemada gerekli höwes döreder diýip pikir edip bolýar.

Podstansiýalaryň giriş reaktiw kuwwatlarynyň böleklerindäki energo-ulgamyň şol wagtdaky ýagdaýy olaryň setlerindäki aktiw kuwatyň we maksimal ýüklenmeler sagatlarynda podstansiýanyň 110 kW birlenji tarapyndaky naprýaženiýasynyň ýitgisi nukdaý nazaryndan baha berilýär.

Belli bolşy ýaly min ΔP kriteriýasy boýunça KG umumy kuwwaty deňişli ýerleşdirilende düwünlerde ýitgileriň udel ulanmasy KG deňişli çykdaýjylaryna bolan deňlik ýerine ýetmeli. Köpçülikleýin hasaplamalarynda soňkylary birmeňzeş däl diýip almaga esas ýok, şonuň üçin berilen ýagdaýda optimum kriteriýasy bolup KG oturdylan ýa-da oturdulýan yük düwünleri boýunça σ_Q udel ulalmalaryň bir meňzeş bahasy bolup durýar. Bu meýilnamada energoulgamyň işjeňligine baha bermek podstansiýanyň 6-35 kW şinalarynda σ_{Q_i} ululyklaryň ýaýrawyna baha berilmegine getirilýär. Bar bolan optimal dällik derejesini birnäçe energoulgam üçin σ_{Q_i} deňişli tertipleşdirilen diagrammalaryny gurmak arkaly oňat edip görüp bolýar. Barlaglar iki sany netije almaga mümkinçilik berdi: birinjiden, elektrik energiýanyň we aktiw kuwwatyň ýitgileri boýunça energoulgamlarda optimal dälligi diýseň uly derejesine gözegçilik edilýär; ikinjiden, energoulgamlar özleriniň reaktiw yükleriniň bölümünde getirlen çykdaýjylaryň minimumyndan diýseň dasdyr. Soňky aýdylanlar şular bilen tassyklanýar, ýagny σ_{Q_i} ululyklar KG kuwwatynyň "sonky porsiyasynyn" çäklendirilen bahasyny ödeýjiligini üpjün edýän σ_{Q_s} ykdysady optimal ulalmadan diýseň uludyr.

Tapylan zyýany KG berilen sanynyň energoulgamlarda optimal ýerleş-dirilmegi arkaly ýetip bilinmegi ahmal bolan käbir potensial optimizasiýa effektivlik görnüşinde hem göz önüne getirip bolyar:

$$\vartheta = \vartheta_1 + \vartheta_2 = C_0 \delta \Delta P + \delta \mathcal{Z} = C_0 \delta \Delta P + [C_0 \delta \Delta P_{\vartheta k} - (Q_{k\mathcal{Z}\vartheta k} - Q_{k\mathcal{Z}0}) \beta_{kp}]$$

$$(2.4.10)$$

bu ýerde: birinji düzüji eýyäm bar bolan KG optimal üýtgedilip goýulmagyndan ýyllyk ýitgileriň mümkin bolan peselmesiniň bahasy bilen kesgitlenýär;

ikinci düzüji - σ_{φ} ýitgileriň berlen ykdysady ulalmasyna jogap berýän ykdysady derejä çenli kompensasiýa getirilende getirilen çykdaýjylaryň goşmaça peseldilmegi bilen kesgitlenýär.

Mümkin, optimizasiýanyň dürli sadalaşdyrylan modellerini ulanmak energoulgamlaryň potensial effektivligini esaslandyrmaga mümkinçilik berýär we potensialdan kiçi bolan käbir optimizasiýa effektivlik barada gürrüň gidip biler.

Şular ýaly netije çykaryp bolýar, ε effektivligiň umumy ululygynyň ε_1 birinji düzüjisi matematika apparatyň ulgamlaryň hasaplamasynyň maksada-laýykdygyny tassyklaýar, umuman käbir ýagdaýlarda kwadratlaýyn modelleri ret etmekde. Mundan başga energoulgamlaryň hakyky ýagdaýyna birmeňzeş $tg \varphi$ bolanda reaktiw ýüklerde "tötänleýinlik" mahsusdyr. Muny köp ýyllaryň dowamynda energoulgamlaryň ösmegi ulgamlaryň hasaplamagyň we maglumatlaryň ölçemegiň gerekli bolmagyna sebäp boldy we hatda optimizasiýany hem agzamasak-da her hili ýerlikli ýagdaýy tehniki taýdan aýyrды. Şular ýaly ýagdaýlara käbir daşary ýurtlarda hem gözegçilik edildi.

Biziň ýurdumyzda bular ýaly ýönekeý düzgün hökmünde ortalasdyrylan $\cos \varphi$ ululygy kadallaşdyrylanda, ol transformasiýa basgançaklarynyň sanyna baglylykda differensirlenýärdi, ol basgançaklar boýunça ulanyjy el stansiýada iymitlenýär. Praktikada, şolar ýaly ýönekeý differensirlemän hem ýerine ýetirilmändigi görünýär.

2.5. Reaktiv kuwwatlaryň optimizasiýasynyň mümkin bolan wariantlarynyň meýdany

Giriş reaktiv kuwwatlarynyň bir kriterial optimizasiýasynyň programmalary we algoritmleri

Real energoulgamlarda kompensasiýanyň seredilýan iki sany kriterýalarynyň arasynda uly bäsleşik bar. Hatda bir kriterial meselesiniň ýönekeý ýagdaýynda hem ylalaşyk gözleginde usullar barada sorag ýüze çykýar. Iş hakykatdanam ulgamynyň köp podstansiýalarynda we olardan iýmitlenýän paýlaýjy setlerde ulanyjylaryň KG ekspluatasiýasynda we gurnalşynda tehniki kynçylyklary ýerlikli azaltmak zerurlygy bilen çylşyrymlaşýar.

Hakykatda, senagat kärhanalarynda KG ekspluatasiýasy we montaży bilen baglanşykly sorag gaty ýönekeý çözülýar, sebäbi elektrik üpjünçilik ulgamlary kondensirlenen we hyzmat ediji personaly hemişe bar. Şäher şertlerinde bu meselede ýagdaý diýseň erbet we oba-hojalyk şertlerinde bolsa bu ýagdaý has hem erbet, hatda oba-hojalyk şertleri daşlygy we aralygy ululygy sebäpli reaktiv yüklerin kompensatiýasynda has uly zerurlyk çekýär.

Energoulgamynyň podstansiýalary üçin Q_{ei} giriş kuwwatlaryň optima-zasiýasynyň mümkin bolan wariantlarynyň meýdany üç esasyň üsti bilen çäklendirip bolýar: a) tehniki -energoulgamynyň düwünlerinde naprýeženiýe öte kiçi bolmaly däl; b) aktiw kuwwatyň ýitgileri energoulgamynyň Q_b giriş kuwwatyna jogap berýän olaryň **$\min \Delta P$** çaklerlinden gaty uly bolmaly däl; w) ulanyjylaryň KG ýerleşdirilişi boýunça teoretiki çözgütleri praktikada amala aşyrmagyň tehnologiiki kynçylyklary tehnologiiki çylşyrymly KG gurnalanda ret etmede energoulgamda ýüze çykýan düzgünleýin faktorlar boýunça mümkin bolan bozulmalar bilen deňölçeleşmeli.

Eýýäm bar bolan netijeleri göz önünde tutup üç sany berlen çäklendirmeli faktory şular ýaly formal görnüşde göz

öňüne getirip bolýar: a) $\min \Delta P$ kriteriýasy boýunça ýük düwünleriniň arasynda Q_b balans ululygynyň paýlanyşy, çözügüt Q_a wektoryň kesgitlenişi ; b) edil şonuň ýaly paýlanyş ýöne $\min \delta_u$ kriteriýasy boýunça (Q_c çözügüt wektory); w) optimizirlenýän energoulgamyň optimal ölçegleriniň gözlegi.

Umuman aýdanymyzda optimizasiýanyň beýleki kriteriýalary hem mümkin, olar mysal üçin, 110kW transformatorlaryň ýa-da olaryň içinde nominal ýüklenmä ýetenleriniň geçirijilik ukybyny maksimal ulaltmaga gönükdirilen.

Bu podstansiýalarda KG köpeldilmegi transformatorlaryň çalşyk möhletini yza süýşürmäge kömek eder, bu bolsa maýa göýumlarynyň azaldylmagyna getirýär. Energoulgamyň iýmitlendiriji seti üçin biz optimizasiýanyň diňe üç sany kriteriýasy bilen çäkleneris.

Umumy ýagdaýda bizde effektiwlik wektorly köpkriteriýa mesele bar $\delta 3 = \|\delta 3_1, \dots, \delta 3_k\|$, onuň düzümine biziň ýagdaýymyz üçin üç sany düzgünleýin görkeziji girdi:

$$\delta 3 = \|C_0 \delta \Delta P; 3_{k1} \delta \Delta Q; \lambda_u \delta \delta_u\|, \quad (2.5.1)$$

bu ýerde: λ_u - diýelin ekspert usuly bilen bellenen setiň maksimal iş düzgüninde napryeženiýeniň düwünler boýunça ýaýrawynyň peselmeginiň effektiwliginiň käbir bahasy.

Balans meselesi bu kriteriýalaryň islendigi boýunça çözülýär, goý h-kriteriýa boýunça $\delta 3_h$ maksimum görkezijini şu görnüşde göz önüne getireliň

$$Q_h^{(s)} = F_h^{(s)}(\max \delta 3_h), \quad (2.5.2)$$

bu ýerde: S-indeks, ol real optimizirlenýän ulgama örän otnasitellikde daşky hakykata golaýlyk derejesi boýunça ony

klassifisirleýän modeliň asimptotik tertip nomerini aňladýar. Şeýlelikde, $\max \delta \Delta P(h=1)$ kriteriýa üçin bular ýaly modeller 4 sany: takyk we setiň R-, X- we Y- çyzgylaryny ulanýan öň seredip geçen kwadratlaýyn görnüşlerimizdir. Bu görnüşleri şeýle hem $\delta \Delta Q$ ululygyň maksimumynda ulanyp bolýar. $\max \delta \sigma_u$ kriteriýa üçin iň bolmanda iki sany model bar: setiň x- çyzgysyny ulanýan kwadratlaýyn we takyk .

Operator $F_h^{(s)}$ - bu h kriteriýa boýunça S-nji asimptotik model bilen degişlilikde energoulgamyň giriş maglumatyny başdaky giriş kuwwatlara $Q_h^{(s)}$ öwürme.

$Q_h^{(s)}$ başdaky wektor üçin käbir rugsat bererli D_a ýer bar: ýük düwünleri üçin bu düzgün bolşy ýaly birtaraply çäklendirmeler.

$$Q_{Bi} \leq Q_i \quad \text{ýa-da} \quad Q_{xi} \leq 0 ; \quad (2.5.3)$$

düwünler üçin ikitaraply çäklendirmeler.

$$Q_{\min i} \leq Q_{Bi} \leq Q_{\max i} ; \quad (2.5.4)$$

Bular ýaly wektorlaryň köplüginin Preto köplügi diýip atlandyryýarlar, bu köplükdäki her wektory bolsa gowulandyrylmadyk Preto wektory diýip atlandyryýarlar. Preto çözümleriň köplüginin şeýle-de dominirlemeýän alternatiwalaryň köplügi diýip atlandyryýarlar.

Şeýlelikde, Preto prinsipi diňe bir çözügi saýlanok, ýöne biriniň üstünde durmaly bolan, seredilýän wariantlaryň sanyny azaldýar. Preto ýerini çäklendirmek – diýseň kyn iş, köp ýagdaýda seredilýän optimizasion ulgamyň aýratynlygy bilen kesgitlenýär. Energoulgamyň eksperimental we hakyky shemalarynda eksperimentleriň birnäçe hasaplamalaryň netijesinde işçi gipoteza tassyklandy : (min ΔP , min ΔQ , min δ) A, B, C taraplar bilen giperbola uçburç tekizlik çäklenen.

min ΔP ýa-da min 3 kriteriýalary boýunça energoulgamyň ýük we şeýle-de generator düwünlerinde giriş reaktiw kuwwatlarynyň hasaby üç sany etapy öz içine alýar :

1) akym paýlanyşygynyň başlangyç düzgüniň hasaplamasy.

2) berlen düzgünde setiň optimizirlenýän ahyrky düwünleri boýunça δQ_i ýitgileriň udel ulalmasyny kesgitlemek.

3) berlen zerur ulalmalar $[\delta Q_i]$ bilen degişlilikde reaktiw kuwwat düwünleriniň optimizasiýasy.

Iki sany balans mesele üçin $[\delta Q_i]$ bahalar ýa-da diňe reaktiw ahyrky düwünlere ýa-da diňe ýük düwünlerine degişli bolan Q_B balans ululyklaryna baglydyr. Ykdysady mesele üçin $[\delta Q_i]$ bahalar düwünlerde reaktiw kuwwatyň generasiýasyna bolan udel çykadjylara deňdir. Islendik ýagdaýda hasaplamaň üçünji etapyndan öň düwünleriň degişli δQ reaktiw kuwwatynyň üýtgedilmeginiň hasabyna üpjün etmeli bolan gerekli ulalmalaryň üýtgemesiniň bahalary $\delta \sigma Q$ bellidir.

Sehiň düwünlerinde $[U]$ gerekli naprýeženiýeniň moddularyny reaktiw kuwwatlara ikitaraply çäklendirmelerde üpjün edýän Q_φ wektory kesgitlemek kabul edilen optimizasiýa ýönekeýleşdirilen golaýlamanyň kömegi bilen sadalaşýar.

Q_A wektoryň gözleg prosedurasý kábir apparatyň kömegi bilen Q_φ başlangyç kuwwat bilen deňeşdireneňde düwünleriň reaktiň kuwwatynyň üýtgemesiniň gözlegi görnüşinde aňladarys:

$$\delta Q_A = \psi(\delta \sigma Q), \quad (2.5.5)$$

şoňa meňzeşlikde Q_φ wektor üçin

$$\delta Q_\varphi = \psi(\delta U), \quad (2.5.6)$$

Seredilýän iki meseläniň hem kämil metodiki bazasy we ony ulanmagyň uly praktikasy bar. Operator (2.5.5) köplenç çyzykly däl deňlemeler ulgamyny çözmek üçin Nýutonyň

usulyňyň dürli modifikasiýalaryna esaslanan. Operator (2.5.6) bolsa iterativ hasabyň, çyzykly däl ulgamlaryň çyzykly approksiýanyň we duýujylyk teoriýasynyň esasynda gurulýar. Ýöne has köp ýagdaýda deňişli programmalar öň bar bolan energoulgamlaryň ekspluatasiýa düzgünleriniň optimizasiýasyna deňişlidirler.

Birinji we ikinji meseleleriň çözüliş etaplarynda näbelli bolanda koeffisiýentleriň matrisasy hökmünde $Y=G-jB$ matrisa ulanylýar, onuň hasaplamalar üçim amatlydygy sebäpli: birinji görnüşli bolup durýar (Nýutonyň usulynda ulanylýan balans däl kuwwatlar görnüşindäki Ýakobiň matrisasyny täzedan hasaplamalara ýüz urup goşmaça hasaplamak gerek); diňe potologik däl-de eý-sem hasap simmetriýasy hem bir; az doldurylan bolup durýar we moduly boýunça maksimal bolan diagonal elementleri bar. (Ýakobiň matrisasynyň diagonal elementleri bolsa diňe sütün boýunça maksimaldyr.)

Y matrisasynyň koeffisiýentleriň esasy massiw; hökmünde ulanylmagy hasaplamalaryň ähli stadiýalaryna täze metodik elementleriň girizilmegine getirilen akym paýlaşygynyň hasaby, optimizasiýa etapy σ_Q udel ulalmalary kesgitlemek.

Sehiň ýagdaýynda başlandyç deňlemesi hökmünde iterativ hasaplama görnüşinde ýazylan we Teýloryň paýlaşygynyň başky iki çlinini ulanýan öz belli çyzyklandyrylan görnüşini alalyň:

$$YU^{(k)}_{\Delta}=[\check{U}^{(k-1)}]^{-1}\hat{S}-\Delta\check{U}^{(k)}_g[\check{U}^{(k-1)}_g]^{-1}I^{(k-1)}=I^{(k-2)}-\Delta\check{U}^{(k)}_gY^{(k-1)}_H; \quad (2.5.7)$$

bu ýerde: $Y^{(k-1)}_H$ -S ýükleri ekwiwalentirleýän, käbir ýere birikdirmeleriň sütüni-matrisasy: $\Delta\check{U}^{(k)}_g$ - $\check{U}^{(k-1)}$ - ýa-da $\check{U}^{(k)}_g$ wektora düwünlerde napryžeženiýeleriň düzeldilmelerine diagonal matrisasy.

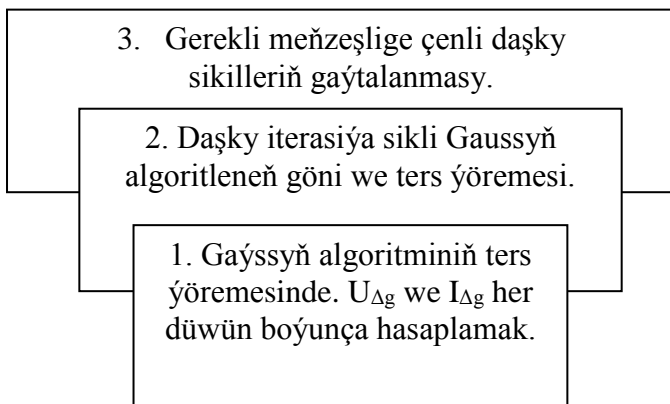
Has umumy görnüş (2.5.7) boýunça prosesin hasaplanyň çyzygysy 2.5.1 çyzygyda görkezilen, ol esasn ähli üç

hasaplama etaplarynda saklanýär, diňe optimizasiýa wagtynda 1. birlikde bolan zerurlyk ýok bolýar.

Hödürlenlen metodikanyň manysy – Gaussyň algoritminiň ters ýöremesinde her ädime düwünleriň ýüklerini we naprýeženiýelerini takykklamak usulynda. Seredilýän hasaplama prosedurasynda Nýutonyň usuly. Gaussyň algoritminiň ters ýöremesinde set açylyp ýaýradylanda diň indiki liniýa üçin (2.5.7) formulany ulanyp Gaussyň bir sikli üçin durnuklanan düzümiň hasaplamasy edil Nýutonyň usuly ýaly netije berýär.

Getirilen oýlanmalar ýene bir usul bilen çözmek synanşygyny düşündirýär, manysy boýunça ýarymempirik, ýöne formasy boýunça ulgamyň duýujylygynyň seljerme usulyna, ösdürmeler usulyna golaý.

Hususan optimizasiýa etapy (2.5.5) onlarça iterasiýalardan durýanlygyna garamazdan, göwrümi boýunça çäkli energoulgamlarda (1000 düwün, 1500 şaha) PROCOM-3 programmanyň kömegi bilen hasaplamasy 8-10 min kän geçmeýän. Berlen programmanyň işiniň birinji etapy-akym paýlanyşyk düzgüniniň-erbet şertlendirilen şertleriň hasaplamasynda ýokary ygtybarlyk bilen tapawutlanýar.



2.5.1-nji çyzgy.

Indi bolsa (2.5.6) operatoryň algaritmleýin we programmalaýyň amala aşyrylyşyna seredeliň, ol hususy ýagdaýda ýitki ýeri çyzylanda daýanç ýaly edip Q_c çözülişiniň alynmagyny we umumy ýagdaýda setiň düzgünini düwünlerdäki naprýeženiýeleriň bahalary boýunça rugsat berilýän ýerde girizilmegini üpjün edýär.

Berlen baglylygy golaýladylan görnüşde degişli üýtgeýüslere ulalmalar berip, setiň ýagdaýynyň düwün naprýeženiýeleri fornasyndaky deňlemeler esasynda alyp bolýar:

$$Y\delta U = j\check{U}^{-1}_g\delta Q \quad (2.5.8)$$

Berlen naprýeženiýeni sazlamak maksady bilen ýer alan reaktiw kuwwatly düwünleriň uly bolmadyk sanynda, köplenç başga baglylykda peýdalanýarlar:

$$\Delta U = j\check{Z}j\check{U}^{-1}_g\delta Q \quad (2.5.9)$$

bu ýerde: \check{Z} -aktiw düwünlere görä doly doldurylan düwün garşylyklarynyň matrisasy, tok paýlansygynyň seriýasy hasaplananda köplenç hasaplama usuly bilen kesgitlenýär.

$$S_{UQ} = j\check{Z}^{-1}_g \quad (2.5.10)$$

Aktiw düwünlerde reaktiw kuwwatyň üýtgemesinde naprýeženiýeler boýunça reaksiýasyny kesgitleýär. Q_c çözüwi kesgitlenende aktiw düwünlere birnäçe ýüz sany bolan ýük düwünleri degişlidir we \check{Z} matrisanyň köp ölçeglilikiniň önünde durup ters baglylygyň ýerine ýetirmek maksadalaýykdyr:

$$\Delta Q = S^{-1}_{uQ}\delta U = -j\check{U}_gY\delta\check{U} \quad (2.5.11)$$

Ol baglylyk sebäpli göni çözüwi berenok. 6-35 kW podstansiýanyň şinala-rynda arasyndaky faza boýunça

süýşmäniň otnositel ululygyny göz önünde tutsak, napýeženiýeniň modulynyň üýtgemesini onuň uzynlygyna düzüjisiniň deň üýtgemesi bilen çalşyryp bolýar, onda kabul edýäris:

$$\delta U \approx \delta U' \quad (2.5.12)$$

$$\delta Q \approx R_c (-j\check{U}_g Y \delta U') \quad (2.5.13)$$

netijede hasaplamanyň şular ýaly yzygiderligini alýarus:

1. Başlangyç tok paýlansygynyň esasynda aktiw düwünleriň topary (birinji topar) formirlenýär, olar üçin napýeženiýeniň modullarynyň δU gerekli üýtmeleri berilýär.
2. Aşaky düzgünden aralyk düwünlerden naprýeženiýeniň δU_2 wektory kesgitlenilýär.
3. δQ reaktiw kuwwatyň başlangyç üýtgemeleriniň birinji toparyň düwünlerinde ýokary düzgünde kesgitläris.

Şundan soň tok paýlansygynyň hasaplamasy we ýük reaktiw kuwwatlary boýunça alnan düzedişlerini göz önünde tutmak arkaly geçirilýär we $\delta U'_1$ ululyklary takykklanýar. Soňra hasaplama gaýtalanýar, şeýdip tä gerekli derejede gabat gelinýänça.

PROCOM-4 programmasy degişli meseläniň çözülişini ýük düwünleriniň çaklama häsiýetnamalaryny hasaba almak bilen hem göz önünde tutýar. Energo-sistemanyň iýmitlendiriji setini paýlaýjy şertler bilen baglanyşdyrýan peseliji transformatorlarda sazlanýan diapazony ýeterlik hasaplanýar. Muny degişli paýlaýjy şertlerde duşuşykly sazlaýjy naprýeženiýeni üpjün etmeýän gurnama bolan ýerlerde etirmeli.

Ýükleriň çaklaýyş häsiýetnamalaryny hasaba almak bilen energosistemadan yň wajyp aýratynlyklary bolup şular durýar, birinjiden, akym paýlansygynyň eýýäm başlangyç düzgüniň hasaplamasynda düwünlerde naprýeženiýeniň has ýokary derejesi, ikinjiden, yrgyldylaryň ikçi amplitudasynyň hasabyna

KG kuwwatynyň kesgitlenişiniň iterosiýa ösüşiniň barşy has oňat gabat gelmegi.

2.6. Köpkriteriýa optimizasiýa effektiv çözülişini kesgitlemek.

Elektrik hasaplamasy we elektrik hereketlendiriji hereketiň üsti bilen kompensirleýji gurnamalaryň saýlawy

PROCOM-1.2. programmanyň üsti bilen Ω_Q Pareto ýeri kesgitlenenden soň bu ýerde eke-täk effektiv çözüdi saýlamak meselesi durýar, ol gutarnykly çözüdi kabul edýän adama hil taýdan has gowy jogap berýär. Kesgitlenen şertlerde Ω_Q ýeri emele getiýän we oňa girýän belli bolan alternatiw çözümleriň has oňadyny saýlamak üçin, funksiýasyny ulanýarlar, ol şol alternatiwlaryň çyzykly tertipleşdirilmegi üçin gulluk edýär. Edebiýatda görkezilen, şol bir meseläni howaýy maksadyň $M_G(Q)$ deňşlilik funksiýasy çözüp biler. Goý, $Q=\{Q\}$ -alternatiwlaryň berlen köplügi, G howaýy maksat fiksirlenen howaýy köplükler bilen G we Q toždestwolanýar. Edebiýatda indiki musal getirilen: “ X maksatlar 15 töwereginde bolmaly” deňşlilik funksiýasy bilen deňşlilikde howaýy köpugra goýlup biler.

$$\mu_G(X)=[1+(x-15)^4]^{-1} \quad (2.6.1)$$

Howaýy maksady $\mu_G(Q)$ deňşlilik funksiýasy maksatlaryň durnuklaşmasynyň kömegi bilen saýlaw funksiýasyndan alnyp bilner, ol deňşli tertipliligi ýa-da isleg boýunça boýly-baýuna sazlap (ranžirowkany) saklaýar. Hakykat ýüzende bular ýaly durnuklaşma oňositel birliklere geçişp durýar we olar bilen birmeňzeş ulanyşa rugsat berip, dürli maksatlaryň umumy bölüjisine getirýär.

“Optimizasiýa” düşüňjesi oň esasy üç kriteriýalara gatnaşykda maksimumyň eke-täk operasiýasyna getirilendir:

$$\begin{aligned} Q_1^{(10)} &= F_1^{(10)}[\max \delta \Delta P] & (\lambda_1 = \lambda_2 = 0) \\ Q_2^{(10)} &= F_2^{(10)}[\max \delta \Delta Q] & (\lambda_1 = \lambda_2 = 0) \\ Q_3^{(10)} &= F_3^{(10)}[\max \delta \sigma_u] & (\lambda_1 = \lambda_2 = 1) \end{aligned} \quad (2.6.2)$$

bu ýerde: λ_1, λ_2 -effektiwligiň käbir bahasy $[0,1]$ üýtgeýiş interwalyna getirilen indiki atnositel birlikleriň kömegi bilen bu kritariýalary çäklendireliň.

$$\begin{aligned} \delta \Delta P &= \Delta p_{\max} - \Delta P / \Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}; \\ \delta \Delta Q &= \Delta q_{\max} - \Delta Q / \Delta q_{\max} - \Delta q_{\min}; \\ \delta \sigma_u &= 1 - \sigma_u / \sigma_{u\max}; \end{aligned} \quad (2.6.3)$$

bolýar:

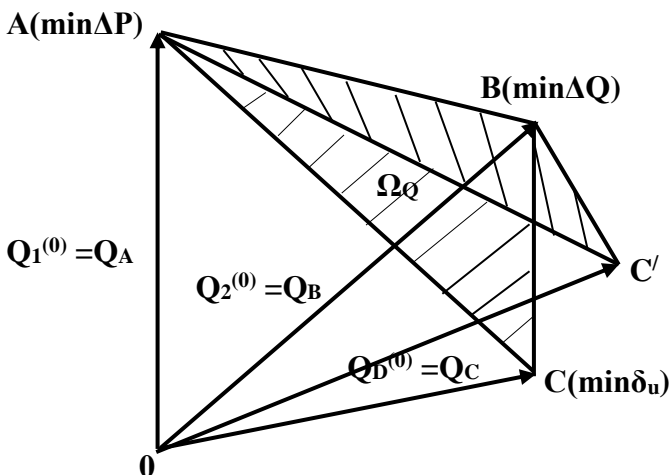
$$\sigma U_{\min} = U_{\min} - \min U_{\min} / \max U_{\min} - \min U_{\min} \quad (2.6.4)$$

Bu formulalarda ΔP , ΔQ , σ_u, U_{\min} - effektiwlik wektory ýaly aýdyp bolýan Ω_Q ýeriň içindäki görkezijileriň akymlaýyn bahalary: ΔP_{\min} we Δq_{\max} -Pareto ýerinde A we B nokatlarda ýitgileriň minimal bahalary; $\max U_{\min}$ -Pareto ýeriniň nokadyna gobat gelýär. Eneregoulgamlaryň podstansiýasyndaky in pes naprýeženiýäniň maksimal bahasy

Goý, $\{Q_{AB}\}$ - Q_A we Q_B wektorlara girýär AB kesigi düwün nokatlaryndaky çözüw wektorlaryň köplügi, bular ýaly çözüwler jemi dört sany. Howaýy maksatlaryň degişlilik funksiýasy $\mu_A(Q)$, $\mu_o(Q)$, $\mu_c(Q)$ bolup “düşündiriji mysallar” derejesinde AB kesigin düwün nokatlaryndaky $\delta \Delta P$, $\delta \Delta Q$, δU_{\min} bahalary bolup durýarlar. Belemäniň golaýlamasyna görä howaýy maksatlaryň berlen degişlilik funksiýasy aýry-aýry maksatlaryň degişlilik funksiýasynyň kesişmesdir.

$$\mu(Q) = \mu_A(Q) \wedge \mu_B(Q) \wedge \mu_c(Q) = \min[(\mu_A(Q), \mu(Q), \mu_c(Q))], \quad (2.6.5)$$

bu ýerde \wedge -konýuksiýa bellegini birleşdiriji düşünjesine golaý baradaky düşünje.



2.6.1-nji çyzgy. Optimizasiýanyň esasy üç kriteriýasy boýunça Pareto ýerini hasaplamak.

Seredilýän golaýlamada meseläniň effektiv diýilip indiki minimumlaýjy çözülüse düşünilýär:

$$Q = \max \mu(Q); \quad (2.6.6)$$

Umumy ýagdaýda mysal üçin orta orifmeti çözülişden ugur alyp bilýär:

$$Q = 1/3 [\max \mu(Q_{AB}) + \max \mu(Q_{AB}) + \max \mu(Q_{CA})] \quad (2.6.7)$$

Çözülişleri kabul etmek teoriýasy hususanda, jübüt köplükleriň teoriýasy ulanylýanynyň gipotiki esasy bar we öz manysy boýunça subýektiw şonuň üçin (2.6.5) formula boýunça ýa-da başga bir formula boýunça gutarnykly çözügüt kabul etmek işlegine baglylykda her ýagdaýda indiividual kesgitlenilýär.

Golaý wagtlarda ýönekeý düzgünden ugur almaly: ulgamlarda ýerli ýetmezçilikler bilen giriş kuwwatlara Q_e çözüde göre kesgitlenilýär, ýokary derejeli napryeženiýely ulgamlarda – Q_A wektoryň çözüşine göre, aralyk wariantlarda Q_B wektor amatly çözügüt bolup durýar.

Senagat kärhanalarynyň elektrik sertlerde reaktiw kuwwatyň kompen-sasiýasyny taslamak boýunça görkezmeler ýönekeý formulalara, egrileriň hasaplamasyna esaslanan elektrik hasaplamasyny göz öňüne tutýarlar. Olaryň esaslandyrmalary elektrik üpjünçilik ýyllygynda berilýär. Hasaplamalaryň ýerine ýetirilşiniň mysallaryna ýyllyk praktiki sapagynda seredip geçiris.

Wagt boýunça elektrik energiýasynyň harç edilşiniň durnukly düzgüni bolan senagat şertlerinde adatça kompensirleýji gurnamalaryň üç görnüşi ulanylýar 6; 10 kW napryeženiýelere we Q_e giriş ulalyklaryň berlen energoulgamy EPP 6, 10 kW şinalarynda KG kuwwaty göz öňüne tutup energoulgamyň ýymitlendiriji setirden ulgamlaryň hasaplamasy netijesinde kesgitlenilýar. Berlen bazalaýyn çözügütleriň gowlandyrmak üç sany mümkinçiligi bar.

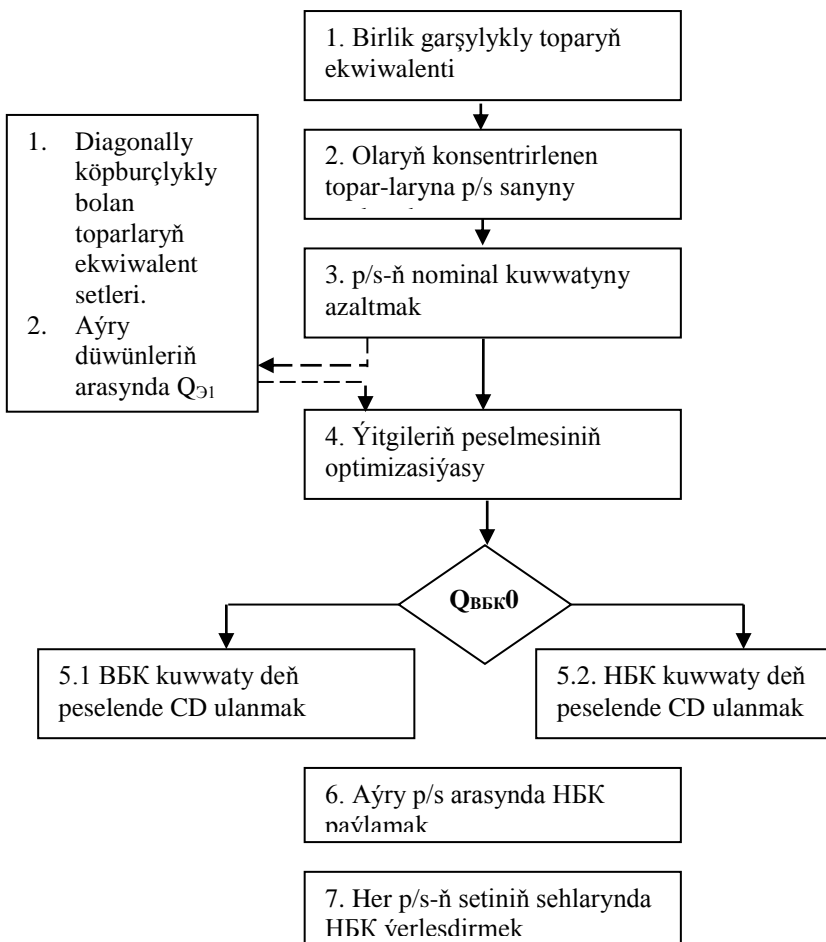
Birlik t_r -laryň kuwwatyny maksimal kiçeltmek we seh t_r -tor podstansiýa-laryň (p/s) meýdançasyny we tehnologiýa konsentraziýasynda sanyny azaltmagyň optimizasiýasy maksady bilen goýmak.

Reaktiw kuwwatynyň generasiýasynyň hasabyna goýlan kuwwatyny peseltmek.

Seh t_r -rynda we 6,10 kW liniýalaryň ýitgilerini peseltmegiň optimizasiýa nokady bilen otirtmek.

Bazalaýyn çözüdi gowulandyrmagyň üç wariantyň ählisi Q_3 kuwwata jogap berýän kuwwatyň deň peselmesini göz öňüne tutýar.

2.6.1 çyzgyda uniwersiýal algoritmiň gurluş çyzgysy görkezilýär. Oňa elektrik hasaplamasy we oň ýokarda agzalan PROCOM-1, PROCOM-2 iki sany senagat kärhanalary esaslanan.



2.6.2-nji çyzgy.

PROCOM-1 programmanyň işi üçin başlangyç materialy hökmünde adaty reaktiv ýükli 6,10 kW setiň doly çyzgysy we aýry ulanyjylaryň birjynsly toparlara birleşmek mümkinçiligi boýunça görkezmeler hyzmat edýär. Programmanyň işiniň birinji etapynda şular ýaly ulanyjylary iýmitlendirýän liniýalaryň ekwiwalent aktiw garşylyklary

kesgitlenilýär: esasy korpus, seh bölümi, 6,10 kW CD we AD bolan PP bölümi, uzynlygy boýunça esasy magistral liniýalardyr. Onuň aýratyň düzüjileri ekwiwalentirleýän mysal üçin, reaktiw kuwwatyň generasiýasyna içki ýitgi nukdaý nazaryndan kuwwaty we çalt hereketliligi boýunça golaý CD-ň taraplaryny. Haýsam bolsa bir sehi iýmitlendirýan liniýalaryň toplumy kesgitli ekwiwalent garşylykly bir liniýa bilen çalşyrylýar.

Programma işlenip düzülende strukturalaýyň programmirlemegiň prin-sipleri ulanylan, bu bolsa onuň modullaýyn gurluşyna kömek etdi.

Iki basgançakly çyzgylary hasaplamak üçin niýetlenen PROCOM-2 programmanyň hasaplaýjy algoritmi diseň başga, sebäbi diňe EPP –den gelýän şohleleriň hasabyna seti ekwiwalentlemän eýsem biri-biri bilen elektrige bagly bolmadyk çyzgylary bilen hem ýerine ýetirilip bilner.

Bular ýaly her çyzyga aralyk düwünleriň aýrylmagy netijesinde ýüze çykýar, berlen energodüwüniň optimizirlenen düwünleri biri-birine şahalar arkaly bagly bolýar, we bu ýekde şu formulalary doly ulanýarlar:

$$\begin{aligned} g_i &= -\sum_{f \in N_e} g_{if}^{(Y)} (E_i - E'_j) \\ Q_j &= \sum_{f \in N_e} g_{jf}^{(Y)} (E'_j - E'_f) \end{aligned} \quad (2.6.8)$$

Her optimizleýji düwün boýunça giriş reaktiw kuwwat üçin.

PROCOM-2 programmasy şeýle-de ПЛН/1 dilinde ýazylan struktur programmirleme prinsipini ulanýar, berlenleri eýeläp-bejermek boýunça 55 prosedura-podprogrammalary we 6.10 kW naprýaženiýaly CD boýunça yzygider indeks sorag saýlanyny döretmek boýunça bir progammany öz içine elýar. Ekwiwalent aýrylma goýlan (Gaussyň algoritmi) aralyk düwünleri bolan shemanyň bölekleriniň düwün geçirijiligine

matrisa dykyzlandyrylmagy saklanmasy nitijesinde operativ ýadyň tygşytlylygy emele gelýär:

KPM hasaplamalarynyň optimizasiýa effektivligi

- BБК we HБК arasyndaky optimizasiýa effektivliginiň deňişligi ýitgileriň minimumda.

- CD reaktiv kuwwatyň optimizasiýa effektivlegi.

2.7. Kompensirleýji reaktiv ýüküň we elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasynyň hasabyna tehnika ykdysady görkezijileri ýokarlandyrylmagyň perspektiwalary

Praktiki nukdaý nazaryndan indiki netijeler has gerekli hasaplanylýar:

1. Naprýeženiýeni sazlaýyş serişdelerindäki we reaktiv kuwwatyň giriş böleklerindäki ýokary “akym optimaldälligiň” nukdaý bahalandyrmalary, naprýeženiýeniň sazlaýyş serişdeleriniň we ulanyjylaryň KG haotiki ýerleşdirmesinden her ýylky ykdysady zyýany kegditlemek.
2. Görkezilen zyýanlary forsirläp ýok edýän ulanyjylaryň täze KG ýerleşdirilmäni, çyzygynyň optimizasiýasy boýunça köp etaply hasaplamalaryň görnüşi.

Başga talapdan bolan ýyllarda KG (ulanyjylaryň we ulanylýan) üpjün edilmesini $q=0.6\text{kWt/kWt}$ ýetirmek göz önünde tutulýar. Naprýeženiýeni aýyrmagy sazlamagyň we ulanyjylaryň KG-lary ýerlekli ulanmagyna baglylykda energoulgamlaryň başlangyç we soňky ýagdaýyna mümkin bolandan doly baha bermek zerur.

Bu ýol boýunça birinji ýagdaýga ikinji ýagdaýa maksimal utuş bilen geçmegi göz önünde tutar, häzirki wagtda energoulgamlaryň uly zyýanlylygyny göz önünde tutup esasanam, birinji ädimlerde. Zyýan üç ugur boýunça bahalanyp bilner.

1. Elektroenergiýada we kuwwatda goşmaça ýitgiler.bahalaýyn manyda energoulgamyň maksimal ýitkileriniň sagatlarynda bu zyýan aktiw kuwwatyň goşmaça ýitgileri boýunça hasaplanyp bilner. Olar energoulgamyň jemleýji kuwwatyndan $\delta\Delta P \approx 1.5 \div 2.0$ % optimal dälliginden ýylda şol ululygyny düzýär. Şunlykda ulanyjylarda goýlan KG-lar täsir edýän paýlaýjy sertlerde we elektrik ulgamlarda ýitgiler takmynan 12 % -me deň diýilip göz önünde tutulan.
2. Elektrik energiýany doly göýbermezlikden zyýan, aýdylşy ýaly 105 kW-dan az bolmadyk ýüklenmek maksimum sagatlarynda 110 kW p/s 20 %-den az däl. P/s-syň köpüsinde $PIIH \pm 10$ % bolýandygyny hasap edip p/s-syň 20 %-den az bolmadygynda ýükleriniň statik häsiýetnamalarynyň hereketi barada netijä, bu bolsa elektroenergiýanyň we aktiw kuwwaty doly goýberilmeligine deň, bu 5 % durýär, edil şonça prosent hem öndürijilik peselýär. Zyýan 4 % durýär. Energoulgamda naprýeženiýeni we ýitgileri kiçeldip (tok kabul edijiniň gysgyçlarynda naprýeženiýeniň peselmesi bilen aktiň we reaktiw kuwwatyň ulanyşy peselýär),ýükleriň statiki häsiýetnamalary köplenç energoulgamyň işgärlerinde položitel roluň duýgusyny döredýärler. Energoulgamyň hojalyk hasaplaşyk özbaşdaklygynda emeli peseldilen saklamagyň islegi döremegi ahmal. Ýöne halk hojalygyň bähbidi üçin energoulgamlarda naprýeženiýeni ýokary derejede saklamaly, ol görkezilen häsiýetnamalaryň täsirini aýyrmaly, diýmek, elektroenergiýany doly göýbermezligini hem aýyrmaly. KG-laryň ýerlikli ýerleşdirilmegi nikatiw täsirli aýyrmaly, p/s-daky naprýeženiýeni gönüleşer.
3. Gaşmaça transformatot kuwwaty. Energoulgamlaryň KG bilen 0.3-den 0.6 kVA_r/ kW_t çenli ornaşdyrylanda 0.5-den 0.2 çenli ortaça bahada tgφ reaktiw kuwwatyň koeffisiýentiň peselmesine ekwiwalent, bu bolsa ýükleriň

doly kuwwatyny ortaça 10 % peseldýär. Zyýan ýylda 2 % düzýär.

KG ýetmezçiliginden we KG ýerleşişiniň optimal dälliginde üç pozisiýa boýunça bar bolany 18 %. Energoulgamlaryň KG bilen ornaşdyrylmasynyň ösüşine bolan udel çykdajylary göz önünde tutsak, energoulgamlarda KG dogry ýerleşdirilende olary goşmaça öndürmegiň ýa-da satyn almagyň çykdajylary, şeýle-de naprýeženiýesi sazlaýjy serişdeleriňki degişli çykdajylardan takmynan 10 esse köp.

Şeýlelikde, häzirki wagtda energoulgamlar her ýylda her kWt kuwwatda takmynan 5 \$ ýitirýärler. Hatda geljekde artykmaç kuwwat ýitgileri we ulanyjylar elektroenergiýanyň doly goýberilmezligini aýyrsak (transformatoryň kuwwatyny peseltmek effektinden tapawutlylykda, bu effekt haýal däl) 0.6 kWAr/kWt çenli gurnawlylygyny ýokarlandyrmaga bolan goşmaça maýa goýumlar takmynan 1 ýylda özüni ödeýär.

Elektrik üpjünçiliginde tehniki-ykdysadyýet hasaplamalara edilýän talap.

Elektrik üpjünçiligi çyzgy görnüşleriň (wariantlaryň) tehniki-ykdysady görke-zijilerini deňeşdirmek arkaly amala aşyrylýar. Olar saýlap alynanda ygtybarlylyk derejesi hem göz önünde tutulýar. Elektrogurnamalaryň dürli görnüşleriň effektiwligini bahalamagyň usullary. Tehniki-ykdysady deňeşdirmekligiň usullary köp. Aşakda şeýle usullaryň has köp ýaýran görnüşe getirilýär.

Elektrik gurnamalaryň iň tygşytly görnüşi diýlip ýyllyk getirilen çykdajylaryň az bahasyny talap edýän görnüşi kabul edilýär:

$$G_i = E_{nor} \cdot K_i + G_{u,i} + Y_i, \quad (2.7.1)$$

bu ýerde: i - wariantlaryň nomeri;

E_{nor} - ykdysady peýdalylygyň (effektiwlik) normatiw koeffisiýenti

Y_i - elektrogurnamanyň ygtybarly işlemek derejesi bilen bagly bolup biläýjek halk hojalygyna ýetirilýän zyýan.

$K_i = K_{T,i} + K_{a,i}$ - BPP, TP belgili desganyň we kabel, howa liniýalaryň bahasy (kapital maýa goýumlary);

$G_{u,i}$ - ýyllyk ulanma (eksplutasiýa) çykyadjylaryň gymmaty:

$$G_{u,i} = G_{a,i} + G_{ýt,i} + G_{o,i} \quad (2.7.2)$$

bu ýede: $G_{ai} = K_{a,T} \cdot K_{Ti} + K_{aa} \cdot K_{ai}$ -ýyllyk amortizasion tutumlaryň gymmaty;

K_{aT} , K_{aa} - tarnsformatordlaryň we elektrik liniýalaryň amortizasiýa tutumlaryň koeffisiýenti.

$G_{ýt,i} = g_o \cdot \Delta W_i$ - elektrik energiýasynyň her ýyllyk ýitgileriniň gymmaty (bahasy);

g_o - elektrik energiýanyň 1 kWt's gymmaty (bahasy)

ΔW_i - elektrik energiýanyň ýyllyk ýitgileri;

$G_{o,i}$ - elektrik gurnamalara hyzmat etmek üçin tutumlar, ýa-da işleriň aýlyk haklary we hemişelik bejeriş üçin tutumlar.

Elektrik gurnamalara hyzmat etmek üçin tutumlar köp faktorlardan bagly bolýar. Mysal üçin, elektrik gurnamanyň görnüşi, ýangyjyň görnüşi, esasy enjamlaryň tehniki parametrleri we başgalar. Bu tutumlar elektrik gurnamalaryň hemme görnüşleri üçin birmeňzeş normirlenmäge gabat gelenok. Elektrik geçiriji liniýalaryň we podstansiýalaryň hyzmaty üçin tutumlar çak bilen bahalanyp biliner. Hyzmat etmek üçin tutumlar köplenç doly tutumlaryň ujypsyz az bölegini düzýänligini we dürli wariantlarda olar bir-birinden az

tapawutlanýandygyny göz önünde tutup, olar köp halatlarda ykdysady effektiwlik bahalananda hasaba alynmaýarlar.

Elektrogurnamada elektroenergiýäniň ýyllyk ýitgileri:

$$\Delta W_i = (\Delta P_{Ti} + \Delta P_{oi}) \cdot T, \quad (2.7.3)$$

bu ýerde: ΔP_{Ti} - tarnsformatorlarda kuwwatyň getirilen ýitgileri;

ΔP_{oi} - elektrik liniýalarda kuwwatyň ýitgileri;

T - elektrik üpjünçiligi ulgamynyň işiniň sagatlarynyň sany.

Eger bolup biläýjek zyýany kesgitlemek kyn bolsa, onda wariantlary deňeşdirme ony hasaba almazdan gysgaldylan formula esasynda amala aşyrylýar.

Eger deň derejeli ygtybarlykly iki wariantyň ykdysady effektiwligi deňeşdirilýän bolsa we olaryň kapital goýumlary we tutumlary $K_1 > K_2$, $G_1 < G_2$ bolsa, onda olaryň ykdysady effektiwligini aşakdaky formula boýunça kapital goýumlaryň öwezi dolýan wagty boýunça bahalar bolar:

$$T_{\text{öd}} = \frac{K_1 - K_2}{G_2 - G_1}, \quad (2.7.4)$$

bu ýerde: $T_{\text{öd}}$ - kapital goýumlaryň ödelýän wagty, ýyl
kapital goýumlary ödemekligiň normatiw
wagty:

$$T_{\text{nor}} = \frac{1}{E_{\text{nor}}} \quad (2.7.5)$$

Eger $T_{\text{öd}} \leq T_{\text{nor}}$ bolsa, onda ykdysady amatly wariant diýlip kapital goýumlary köp bolan wariant kabul edilýär.

Eger $T_{\text{öd}} > T_{\text{nor}}$ bolsa, onda ykdysady amatly kapital wariant diýilýär.

III. Bahalary ödemek

3.1. Tehnika - ykdysady hasaplamalaryň häsýetlendirilşi

Her bir senagat desgasy tapylanda iň bir amatly, maksadalaýyk warianty saýlanyp alynýar. Saýlamaklyk tehniki we ykdysady görkezijilerine hemme taraplaýyn seredilmeginiň esasynda geçirilýär.

Tehniki görkezijiler; ygtybarlylyk; ulanmakda aňsatlyk, ulanyş öwrü-miniň uzaklygy, düýpli bejeriş işleriniň göwrimi, awtomatizasiýa derejesi we ş.m. Esasy ykdysady görkezijiler; ilkinjisi maýagoýumlaryň we ýylyň dowamyndaky çykdaýjylar.

Wariýantlaryň tehniki-ykdysady görkezijilerini deňeşdirmek we analiz bermek bolar.

Iň bir ahyrky çözgidi baha görkezijisi deň bolsa, onda tehniki tarapyndan gowy wariýanty alynmalydyr.

Bahasyny ödemek möhleti usuly.

Ykdysady hasapda öz bahasyny ödemeklik şu görnişde bolýar.

$$T_{ok} = \frac{Ka - Kb}{Cb - Ca} \quad (3.1.1)$$

Nirede: Ka, Kb- maýagoýumlar A we B wariýantlarda, müň man/ýylda.

Ca Cb-her ýyldaky ekspluatasiýa çykdaýjylary şu görnişde almak bolar.

$$3 = k_H K + C \ni \quad (3.1.2)$$

(3.1.1) Formula analiz bereliň.

- a) Iki wariýanty deňeşdirmegiň esasynda alynýan netijede seredeliň. Bu ýagdaýda öz bahasyny ödemeklik metodikasy ulanylýar, matematika interperasiýasy (3.1.1) formulada görkezeliň. Görkezilen metodiki haýsy amatly diýen soraga jogap berer; A wariýanty uly maýagoýumly, ýöne ýyldaky ekspluatasiýa çykdaýjysy

az ($K_A > K_B$) ýa-da B wariýanty, maýagoýumly, ýöne ýylda köp ekspluatasiýa çykdaýjyly. Bu soragy çözmek üçin bahasyny ödemeklik (3.1.1) formula ulanylyar. T_{ok} -ululygy maýagoýumyň uzynlygynyň öwezini dolýan möhletini görkezýär. Maýagoýymy uly bolup, ýyldaky eksplutasiýa tygşytlamaň netijesinde (3.1.2).

- b) $\frac{1}{T_{ok}}$ -bahasyny ödemeklik kofisiýentiniň ters ululygy, hem-de ykdysady effektiwliligini kofisiýenti ters ululygy, hem-de ykdysady effektiwliliginiň kofisiýenti diýilýär. K_c we ýyldaky ekspluatasiýa tygşytlamanyň netijesini görkezýär.

Ykdysadly tarapdan maksadalaýyk öz bahasyny ödemeklige, çäklen-dirilen bahasyny ödemeklik möhleti diýilýär.

$$T_H \times \frac{1}{T_h} = K_{H,h} \quad (3.1.3)$$

Bu ululyga ykdysady effektiwliliginiň normatiw koefisiýenti diýilýär. 1996 ý bu koefisiýenti energetikada hasaplamalar üçin 0.12 deň diýip kabul edildi. Iki wariýanty deňeşdirilende öz bahasyny ödemeklik usuly her gezek ulanmaklyk zerurlygy ýüze çykmaýar. Mysal üçin wariýantlaryň biriniň ýylda ekspluatasiýa çykdaýjylary az hem-de az maýagoýumyny talap edýän bolsa, onda şol wariýanty ykdysady tarapdan arzan hem-de optimal wariýant diýip hasap etmek bolar.

$$C_A < C_B; \quad K_A < K_B$$

Deňeşdirilýän wariýantlaryň ýyldaky ekspluatasiýasy çykdaýjylary deň bolsa, ýöne maýagoýumlary deň bolmasada

$$K_A < K_B$$

$$C_A < C_B;$$

$$C_A < C_B;$$

$$K_A < K_B$$

ýokarda belläp geçişimiz ýalydyr.

3.2. Öz bahasyny ödemek usulunyň kemçilikleri

Goşa wariýanty işlemek üçin uly göwrümli hasap işini geçirmeli.

1) Wariýantlaryň otnasitel ykdysady effektiwliligine ýaýylan manysyny berýär.

Mysal üçin: $K_A = 20$ müň man;

$C_A = 20$ müň man;

$K_B = 19,5$ müň man;

$C_B = 2.01$ müň man;

$$T_{ok} = \frac{K_A - K_B}{C_B - C_A} = \frac{20 - 19.5}{2.01 - 2} = 50 \text{ ýyl}$$

Çykan jogabyna formal seredilende B wariýanta görä gowy ýaly, ýöne olaryň aratapawudy ujypsyz bolany üçin olar deň diýilip hasap edilýär.

(1.2.1) Formulany ulansak

$$Z_1 = 2.0 + 0.15 \times 20 = 5 \text{ müň man}$$

$$Z_2 = 2.01 + 0.15 \times 19.5 = 4.935 \text{ müň man}$$

A we B wariýantlaryň deňagramlylygyny subut edýär.

SKEÜU ekspluatasiýa çykdaýjylarynyň bir ýylylyk ululygy aşakdaky görke-zijiligi sarp edilýär.

1) Elektroenergiýanyň ýitgilerine C_p ;

2) Işleýän işgärleriň haky, abatlaýyş işi.

3) Amortizasiýa G_a (amortizasiýa otçisleniýa)

4) Ýanyjy (ýörite ÝES-lar üçin), materiallar üçin, çyg mal üçin we ş.m C_M

Bir ýylyň dowamy boýunça edilyän amortizasiýa orçisleniýasy we düýpli bejeriş işleriniň jeminde jemleýär.

$$C_3 = C_p + C_{k.p.}$$

Esasy fontlaryň doly dikeldilmegine aýdylýar. Deňeşdirilip wariýantlaryň ýyldaky ekspluatasiýa çykdaýjylary şeýle jemlenýär.

$$C_3 = C_p + C_a \quad (3) \quad C_n - \text{çykdaýjylar.}$$

(3.1.1) Formulany ulanyp (3.1.1)) formulany şu

$$T_{ok} = \frac{Ka - Kb}{Cb - Ca} = \frac{Ka - Kb}{Cn,b + Ca,b - Cn,a - Ca,b} \quad \text{ýa-da}$$

$$T_{ok} = \frac{Ka - Kb}{Cn,b + Ca,b - (Cn,a - Ca,b)} \quad (3.2.1)$$

$C_a = YK$ diýsek

C_a - ýyldaky amortizasiýa otçisleniýa müň. man/ýyl

K -maýaguýum müň. man

Y -ýyldaky omertizasiýa otçisleniýa. Birligi gatnaşykly.

$$Y = \frac{4\%}{100}$$

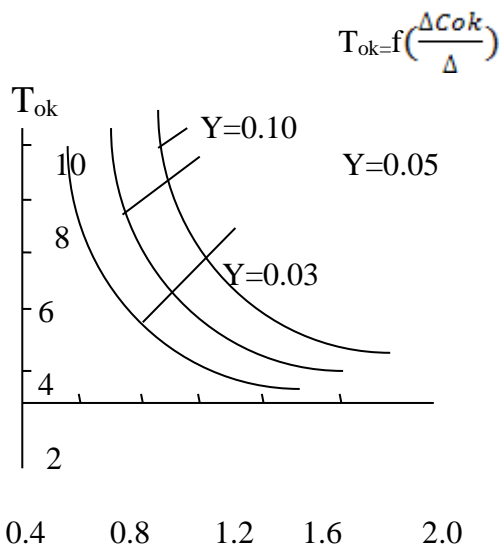
Onda (3.2.1) formula,

$$T_{ok} = \frac{Ka - Kb}{Cn,b + Ca,b - (Cn,a - Ca,b)} = \frac{\Delta K}{\Delta Cn - Y \Delta K}$$

ýa-da

$$Tok = \frac{1}{\Delta cn} \quad (3.2.2)$$

Ýokarda görkezilen (3.2.2) baglanşygy (3.2.1) çyzgyda görkezeliň.



3.1.1-nji çyzgy.

(3.2.1) çyzgyda egriler öz möhletini ödemekligiň elektrik energiýasynyň ýitgisiniň kopital çykdaýjylara baglanşygynyň baglanşygydyr.

Amortizasiýa hasabynyň otnasitel bahalary üçin gurlan egriler, energetiki gurnamalaryna 0.03 (kabel liniýalar üçin) deň, 0.10 (potstansiýalaryň enjamlary üçin) çenli.

Üç we köp wariýantlary deňeşdirmegiň esasynda alnan çözgitler. (3.1.1) formulany peýdalanyp birnäçe goşa wariýantlary hasaplamak kynçylyk döredýär. Ýönekeý ýagdaýlarda birmeňzeş maýagoýumda bir ýyldaky ekspluatasiýa çykdaýjylary hasaplap şon esasynda optimal wariýanty alynýar. (3.1.2) formula seredip aşakdaky netijäni alars.

$$3 = C_3 + \frac{1}{T_H} K = C_3 + k_H \times K = C_3 + 0.12 K$$

ýa-da getirilen udel çykdaýjylar.

$$3 = \frac{3}{P_n} \quad (3.2.3)$$

nirede P_n - göwrüm aralyk ekspluatasiýa bir ýylda.

(3.2.3)- formula deňeşdirýän wariýantlar çykarýan önimiň göwrümleri tapawut edilende ulanylýar.

3.3. Elektrik üpçinçilik ulgamlarynda bahasyny ödemekligiň optimizasiýasy

Öň belläp geçişimiz ýaly (3.1.1) formuladan (3.2.2)-nji formula çenli alan netijämizi (3.2.1) suratda görkezdik.

Ýöne bu netijelerden we grafikden öz bahasyny ödemekligiň aptimal netijesini almak kynçylyk döredýär, 1-10 ýyl aralygy görkezýär. Görkezilen 7-8 ýyl erkin alnan çözgidiň netijesini berýär. Ylym tarapyndan tassyklanan optimal möhlediň kesgitlemesi ýokary. Şol salgylara seredilende ykdysady effektiwligi ekspluatasiýa çykdaýjylary, we ulanyş möhletiň geçmegi göz önünde tutulmalydyr. Iň bir rosional wariýanty saýlamaklyk tehnika ykdysady görkezijileriň hasaby normatiw möhletiň T_{ok} esasynda edilýär.

EÜ ulgamynyň esasy elementleri öz hakyky iş möhleti dolýança öz işini dowam edýärler. Ýagny omertizasiýa möhleti T_a diýilýär.

Mysal üçin bir näçe wariýantlary deňeşdirmezden bir ýyldaky çykdaýjylar $3_1, 3_2, 3_3, 3_4, 3_2$ -iň bir maksada laýyk, ýylda özi çykdaýjyly diýsek, 3_1 -tehnik ulanşy gowy bolup çykdaýjysy hem köp bolsa, onda berlen wariýantlaryň rekanstruk-siýasyny geçirmek bolar, şol ýagdaýlar her ýyldaky tygşytlanan serişde $\Delta 3 = 3_1 - 3_2$ ýa-da rekanstruksiýa geçirilenden soň öz bahasyny 8-ýylda ödäp maýagoýumlar öz yzyna gaýdyp berler, we gurlan düzgün öz işini dowam eder we girdeýji berer. Ýitgileriň azaldylmagy esasynda ýangyç tygşytlanar.

Mysal üçin ;

$T_a=30$ ýyl, onda aljak girdeýjimiz;

$(T_a-T_{ak}) \Delta C_{\square} = (30-8) \Delta C_{\square} = 22) \Delta C_{\square}$ müň man.

$$\Delta C_{\square} = C_{\square 1} - C_{\square 2}$$

Iň bir optimal wariýant saýlananda tygşytlanan serişdeler we ýangyç hökman gözöňüne tutulmalydyr.

3.4.Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasynda matematika materiallaryny ulanmak

Tehniki-ykdysady hasaplarda dürli matematika metodlaryny ulanmaklyk köp üns berilýär, sebäbi SKEÛU taslamakda has köp dürli hasaplar geçirilýär. SK taslama edaralarynda geçirilýän hasaplamalaryň belli bir bölegi matematika kynçylygyny döredenok (mysal üçin liniýanyň belli bir böleginiň kese-kesigini barlamaklyk, transformatorlarda elektroenergiýanyň ýitgilerini hasaplamaklyk we.ş.m.) beýleki bir bölegi bolsa mysal üçin SKEÛU rasional naprýeženiýesini saýlamaklyk, liniýanyň we ykdysady maksadalaýyk kese-kesigni saýlamaklyk klasiki analiz metodlaryny ulanmaklyk bilen baglanşyklydyr.

SKEÛ ulgamlardan matematika usullaryny ulanmaklyk EHM-lerde işlemek-ligiň mümkinçiligi döredýär.

Amatly meseleleri işlänimizden tehniki-ykdysady hasaplamalarda ýylyň dowamynda edilen çykdaýjylar 3_1 funksiýada x bilen baglanşdyrylanda (x -ornunda, simiň kese-kesigi S , naprýaženia U , kuwwaty we başga ululyklar bolup biler.) Diňe imperik ululyklar bille, ýagny şular.

$$3_1, 3_2, 3_3, \dots, 3_n$$

$3=f(x)$ funksiamyz şu bahaly görnişi olar,

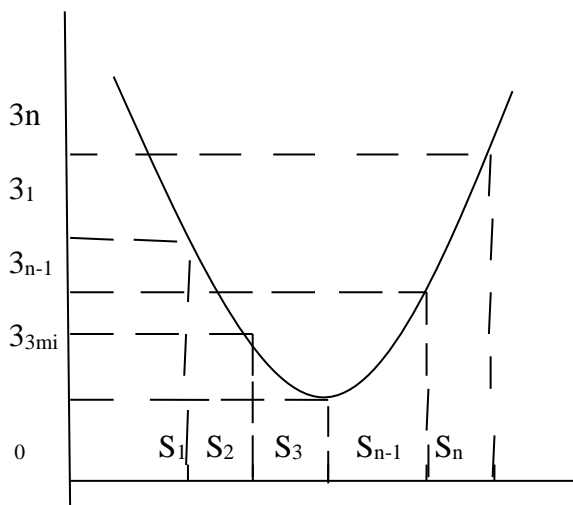
$$S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$$

$$S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$$

$$U_1, U_2, U_3, \dots, U_n;$$

Bu tablisany hasap edenimizden soň ýa-da ekispiriment edenimizden soň alarys.

Tehniki-ykdysady hasaplamalaryň netijesinde tablisalar ýazylýar we baglanşyk grafigi gurulýar. Biz meseläniň bir näçe çözlüş wariýantlaryň bolsa, mysal üçin, kabel linýalaryň ýüreginiň kese-keseginiň hemişeki geçýän kuwwatynyň, uzynlygyny we elektrik energianyň bahasyny alanymyzdan soň egri baglanşygy alyp bolar.



3.4.1-nji çyzgy.

(3.4.1) çyzgyda ýylyň dowamyndaky çykdaýjylar bilen linianyň kese-kesigi-niň baglanşyk egrisi.

(3.4.1) çyzgyda görkezilen baglanşyk egrisindäki matematika taýdan seredeniňizde onuň ekstremum nokadyny tapyp bolýar, Ol linýa simlarynyň kese-kesiginiň çykdaýjylarynda minimal bahasyny görkezýär. Görkezilen minimum nokadyny şol meseläniň iň bir maksada laýyk, iň optimal warianty diýip almak bolar. Çykdaýjylaryň minimumyny häsýetlendirýän ekstremum nokadyny dürli görnişde hasaplamak bolar.

3.5. Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasynda approksimirlеме we interpolirlеме usullary

1. Senagat elektroenergetikasynda köp meselesini köpdürli tehniki serişdeleri-niň kömegi bilen çözmek bolar.

2. SKEÜ ulgamlary köp wariýantly meselesi bolup, tehniki-ykdysady hasaplary geçirmeklik ,tehniki taýdan saýlanan wariýanty ykdysady tarapdan tassyklamaklyk esasy maksady bolup durýar. Tassklaýan adam elektrik hasabyny ýada elektrik hasplaýjy mehanizmiň (EHM) kömegi bilen edilýän köp sanly baglanşykly hasaplary geçirilýär. Ýylyň dowamyndaky çykdaýjylara seredilýän parametre bagly (simiň kese-kesigi; daşky elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň napryžeženiýesi). Bu baglanşygy kordinata tekizliginde.

$$z=f(x)$$

Egri çyzyk hökminde, ýa-da degişlilikde tablisa görnişinde görkez-mek bolar,

bu ýerde: 3- ýyldaky getirilen çykdaýjylar;

x-optimizirlenýän parametr.

x-parametriň minumum çykdaýjysy.

Aňlatma bahasyny kesgitlemek üçin golaýlama usuly, şol sanda interpolirlеме we approksimirlеме usullary ulanýar.

1. Interpolirlемäniň formulasy aşadaky görnüşe esaslanyp düzülýär. Tablisa ýa-da grafik görnişinde berlen funksiýa $f(x)$, analitiki golaýlama funksiýa $P_n(x)$ görnişinde ýazylýar, şeýlelikde.

$$P_n(x)-f(x)=0 \quad (3.5.1)$$

X_1, X_2, X_3 nokatlarda , interpolirlеме düwinleri diýilýär. Interpolirlеме funksiýasynyň klasy diýip derejeli polinom

synpyny alýarys, şonda interpolýar parabola görnüşde diýilýär, ýagny şu ýagdaýda funksiýa $P_n(x)$ paraboladyr, n -tertipli.

Parabola interpolýasia ulanmana iň bir laýyk, ýeterlik derejede takyklygy berýär, şonuň üçin wariantlar tehniki-ykdysady tarapdan deňeşdirilende, argument üç dördten köp bolmadyk nokatlarda ulanmaklyk maslahat berilýär. Interpolirlleme meselesine polinomyň derejesiniň birlik sany kiçi interpolirlleme nokadynyň sanyndan. doly häsiýetnama bermek bolar.

Goý $f(x)$ funksiýasy tablisa görnişinde berilen, ýagny interpolirlleme düwini $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ bolsun, onda y_0, \dots, y_n funksiýasy berilen şu funksiýasynyň grafigi ýeterlik derejede saldamaly. Ýagny $f(x)$ egrisene galtaşýan interpolirlleme düwinlerine Ox okuda tapyp bolýar. Interpolirlleme funksiýasy şu görnüşli alar.

$$P_n(x) = C_0 X^n + C_1 X^{n-1} + \dots + C_{n-1}(x) + c_n \quad (3.5.2)$$

C_0, C_1, \dots, C_n koefisýentler (3.5.1) şertimizde kesgitleýäris. Subut edilen $f(x)$ funksiýasy üçin ýeketäk polinom $P_n(x)$ Şertimizi kanagatlandyrýar. Ulanylýan interpolirlleme usulymyza baglylykda interpolirlleme polinomy dürli baglanşykda bolup biler. Ýagranža, Strilinga, Beselýa Nýuton we başgalar. Her usuly öz hasýetiniň üýtgeşikligini saklaýar. Elektrik üpüinçilik ulgamynyň optimizasiýa-synyň hasaplary üçin iň bir laýygy Lagranžyň we Nýutonyň interpolirlleme deňlemeleridir.

Argumentiň optimal bahasyny kesgitlemek üçin seredilýän funksiasynyň minumyny tapmak ýeterlikdir. $P_n(x)$ funksiýanyň ekstremumny tapmak. Ol saýlanyp alnan görnişde argument boýunça defferinsirlenýär.

Birinji önim nula deňlenýär we argumentiň optimal bahasy kesgitlenýär. Lan-granžyň interpoliýasýa polinomy şu görnüşde bolýar.

$$P_n(x) = \sum_{m=0}^n y_m \frac{(x-x_0) \dots (x-x_{m-1})(x-x_{m+1}) \dots (x-x_n)}{(x_m-x_0) \dots (x_m-x_{m-1})(x_m-x_{m+1}) \dots (x_m-x_n)} \quad (3.5.3)$$

$$y=f(x)$$

Funksiya şeyle baha berilen bolsa,

$$x_0, x_1, x_2, \dots, x_n;$$

$$y_0, y_1, y_2, y_3, \dots, y_n;$$

Bu ýagdaýda Langranžyň interpoliasyýasy köpçileni şu görnüşde bolar.

$$P_n(x) = \frac{(x-x_1) \dots (x-x_n)}{(x_0-x_1) \dots (x_0-x_n)} y_0 + \frac{(x-x_0) \dots (x-x_n)}{(x_1-x_0) \dots (x_1-x_n)} y_1 + \dots + \frac{(x-x_0) \dots (x-x_{n-1})}{(x_n-x_0) \dots (x_n-x_{n-1})} y_n \quad (3.5.4)$$

bu ýerde: x -argumentiň ulanmana aňsat usuly (3.2.1) formulany şu görnüşde getireliň.

$$P_n(x) = -\frac{1}{w} (D_1 x^3 - D_2 x^2 - D_3 x - D_4) \quad (3.5.5)$$

Nirede: W - Wandermandyň kesgitlemesi.

$$W = \begin{vmatrix} x_0^3 & x_0^2 & x_0 & 1 \\ x_1^3 & x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^3 & x_2^2 & x_2 & 1 \end{vmatrix} \quad (3.5.6)$$

$$x_3^3 \quad x_3^2 \quad x_3 \quad 1$$

D1, D2,D3,D4-kesgitleýjiler şu görnişdäki:

$$D_1 = \begin{vmatrix} x_0^2 & x_0 & 1 \\ x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^2 & x_2 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \end{matrix} \quad D_2 = \begin{vmatrix} x_0^3 & x_0^2 & x_0 & 1 \\ x_1^3 & x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^3 & x_2^2 & x_2 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \end{matrix}$$

$$\begin{vmatrix} x_3^2 & x_3 & 1 \\ x_3^3 & x_3^2 & x_3 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} y_3 \\ y_3 \\ y_3 \end{matrix}$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} x_0^3 & x_0^2 & x_0 & 1 \\ x_1^3 & x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^3 & x_2^2 & x_2 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \end{matrix} \quad D_4 = \begin{vmatrix} x_0^3 & x_0^2 & x_0 & 1 \\ x_1^3 & x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^3 & x_2^2 & x_2 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \end{matrix}$$

$$x_3^3 \quad x_3^2 \quad x_3 \quad 1 \quad y_3 \quad x_3^3 \quad x_3^2 \quad x_3 \quad y_3$$

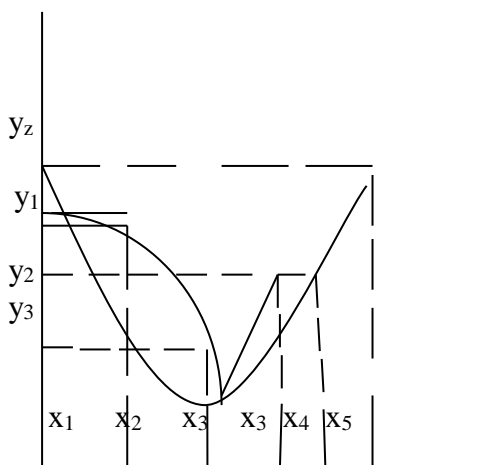
Absisanyň ekstremumyň x_3 nokadyny şu formula boýunça tapýarys.

$$X = \frac{D_2 \pm \sqrt{D_2^2 - 3 D_1 D_3}}{3 D_1} \quad (3.5.7)$$

Şu formula ekstremum nokadyny tapmaklygyň in bir esasy formulasy bolup durýar, tablisa görnüşde berlen ýagdaýynda.

3.6. Tehnika-ykdysady hasaplamalarda approksirleme usullaryny ulanmaklyk

Goý $y=f(x)$ funksiýanyň analitiki görnişini tapalyň diýeliň, berilen argument bahalary boýunça meselämizi doly kesgitli etmek üçin approksirlenýän funksiýanyň $P_n(x)$ n derejesi bolsun. Köpagzanyň derejesini saýlamaklyk approksilenmäh talap edýän takyklygyna baglydyr. Grafikde aňladamyzda tekizlikde n derejeli para-bolany geçirýäris, eksperimentiň ýada hasaplamanyň netijesinde alnan nokatlara golaýladyp.



3.6.1-nji çyzgy.

Iň kiçi kwadratlar usuluna görä üýtgemäniň kwadratynyň jemi.
minimal bolanda gowy erginleriň biri bolýar. Aşakda emperik x -funksiýa berilen.

$$x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_{n-1} \ x_n;$$

$$y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_{n-1} \ y_n;$$

Ýönekeýleşdirmek üçin emperiki funksiýany ikinji derejeli köpagzaly bolan approksirläliň.

$$y=a+bx+cx^2$$

Onuň a , b , we c koeffisiýentini tapalyň, her bir bahasy x_i , y_i nokatlaryna golaý geçer ýaly, bu ýerde: $i=1,2,\dots$ $y=a+bx+cx^2$ deňlemä x_i y_i bahalaryny goýsak, onda aşakdaky deňlemeler ulgamyny alarys.

$$\begin{aligned} y_1 &= a + bx_1 + cx_1^2 \\ y_2 &= a + bx_2 + cx_2^2 \\ &\dots\dots\dots \\ y_n &= a + bx_n + cx_n^2 \end{aligned}$$

Üýtgame bahasyny E_1 bilen bellesek, onda üýtgemäni häsiýetlendirýän deňlemeleri ýazalyň.

$$\begin{aligned} E_1 &= a + bx_1 + cx_1^2 - y_1 \\ E_2 &= a + bx_2 + cx_2^2 - y_2 \\ E_3 &= a + bx_3 + cx_3^2 - y_3 \\ &\dots\dots\dots \\ E_n &= a + bx_n + cx_n^2 - y_n \end{aligned}$$

Bu deňlemeler ulgamynda a , b we c bahalary näbelli diýip alýarys, x_2, x_3, \dots, x_n — olaryň koeffisiýentleri ýokarda belläp geçişimiz ýaly üýtgemäniň kwadratlarynyň jemi iň kiçi baha eýe bolsa a , b , c — iň gowy bahalary bolar.

$$\sum_{i=0}^n E_i^2 = E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \dots + E_n^2 = \min f(a, b, c).$$

Ýa-da

$$\sum_{i=1}^n (a + bx_i + cx_i^2 - y_i)^2 = (a + bx_1 + cx_1^2 - y_1)^2 + (a + bx_2 + cx_2^2 - y_2)^2 + \dots + (a + bx_n + cx_n^2 - y_n)^2 = \min f(a, b, c).$$

Iň kiçi baha eýe bolmagy üçin a, b, c hususy önümini almaklyk, nula deňlemek zerurdyr.

Onda,

$$\begin{aligned}\frac{\partial f}{\partial a} &= 2(a+bx_1+cx_1^2-y_1)+2(a+bx_2+cx_2^2-y_2)+\dots=0 \\ \frac{\partial f}{\partial b} &= 2(a+bx_1+cx_1^2-y_1)x_1+2(a+bx_2+cx_2^2-y_2)x_2+\dots=0 \\ \frac{\partial f}{\partial c} &= 2(a+bx_1+cx_1^2-y_1)x_1^2+2(a+bx_2+cx_2^2-y_2)x_2^2+\dots=0\end{aligned}$$

Her deňlemäni ikä gysgaltsak emele gelen deňlemeler ulgamyny ýönekeý diýsek bolar.

$$\begin{aligned}(a+bx_1+cx_1^2-y_1)+(a+bx_2+cx_2^2-y_2)+\dots+(a+bx_n+cx_n^2-y_n)&=0 \\ x_1(a+bx_1+cx_1^2-y_1)+x_2(a+bx_2+cx_2^2-y_2)+\dots+(a+bx_n+cx_n^2-y_n)&=0 \\ x_1^2(a+bx_1+cx_1^2-y_1)+x_2^2(a+bx_2+cx_2^2-y_2)+\dots+x_n^2(a+bx_n+cx_n^2-y_n)&=0\end{aligned}$$

düzgün bilen ýazmak hem kynçylyk döredende birinji deňlemäni almak üçin düzgüniň sag tarapyndaky meňzeş agzalaryny jemleýäris we nula deňleýäris.

Ikinji deňlemäni almak üçin hemme deňlemäniň sag tarapyny näbelli belginiň koeffisiýentine köpeldilýär we olaryň jemi alyp nula deňlenýär.

Şolar ýaly hem üçünji deňleme alynýar, deňlemäniň sag tarapyny c-niň koeffisiýentine köpeltmeli we jemini alyp nula deňlemeli. EÜ meselesinde tehniki-ykdysady hasaplamalaryna approksirlemesi gowy diýip hasap etsek bolar, ortaça kuwwat ýalňyşlygy aşakdaka deň bolar:

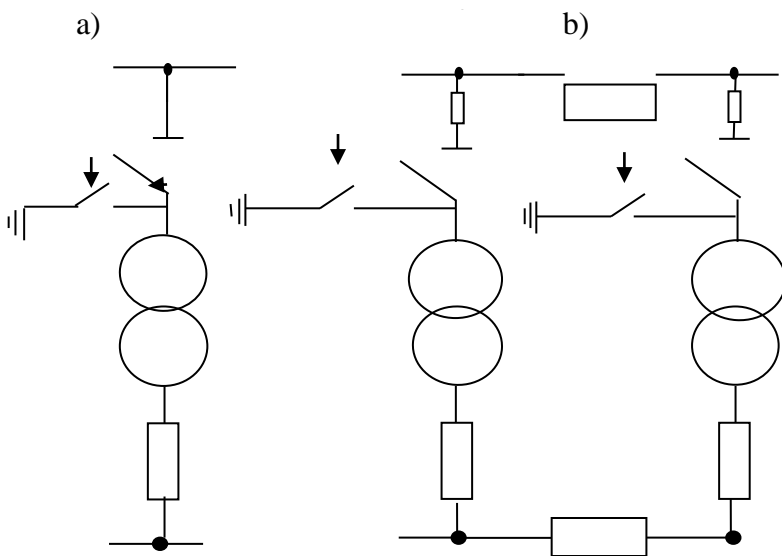
$$G = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n i^2}{n-1}}$$

10% -den ýokary bolmadyk ýagdaýynda goýumlary kiçi bolan wariant kabul edilýär.

IV. Tehnologiýaň elementleri

4.1. Ynamdar tehnologiýasynyň elementleri

Zawodyň içki elektrik üpjünçiliginiň iýmitlenmeginiň ynamly bolmagy üçin, gerek bolan sanly generatorlar, transformatorlar, şinalaryň seksiyasy iýmitleniji we awtomatika serişdeleri bilen üpjün edilmelidir. SK elektrik üpjünçilik çyzygynyň taslamasyny aýratyn düwünler üçin elektrik ýüklenmesini kesgitlemekden başlanýar, soňra transformatoryň gerek bolan sanyny we kuwwatyny saýlamaklyk soragyny çözüärler, ondan hem soň liniýanyň gerek bolan sanyny hem-de geçirijilik ukyby kesgitleýärler, iýmitlendiriji çeşmä birikýän düwünler üçin. Bir we iki iýmitlendiriji zynjyrlý ýönekeý EÜ çyzygynyň wariantyna seredeliň. (çyzygy 4.1.1)



4.1.1-nji çyzygy.

- a) Bir iýmitleýji zynjyrly,
- b) Iki iýmitleýji zynjyrly,

- 1) -110 kW-tda ýagly öçürijili paýlaýjy gurnama.
- 2) Howa liniýasy $l=100\text{km}$.
- 3) -110 kW-tdan aýyryjyly paýlaýjy gurnama.
- 4) Iki sarymly transformator 110/6kW.
- 5) 6 kW naprýeženiýeniň paýlaýjy gurnamasy.

Goý iki wariant hem tehniki tarapdan tassyklanan diýeliň. Biziň onda goýýan meselämiz berlen iki çyzgynyň birini, iň bir tehniki-ykdysady tarapyndan gowysyny saýlap almaly.

Çyzgynyň optimal warianty getirilen çykdaýjylaryň hasap deňeş-dirmesi esasynda alynýar.

$$Z_i = K_h K_i + C_{ei} + y_i;$$

bu ýerde: K_i - kapital çykdaýjylar i warianty boýunça;

C_{ei} - bir ýylyň dowamyndaky edilen ekspluatatsiya çykdaýjylary i - warianty boýunça;

Y_i - bir ýylda çekilen zyýan i - warianty boýunça;

K_h - effektivligiň normatiw koeffisiýenti.

Çykdaýjylaryň ulalmagy bilen elektrik üpjünçilik çyzgynyň ynamy bolmagy ýokarlanýar, ýagny elektrik üpjünçiliginiň arakesmesi sebäpli çekilýän zyýan y_i bir ýylyň dowamynda azalýar.

Elektrik enjamlaryny kabul edijiniň çekýän zyýany iki görnüşden düzülýär: arakesmäniň bolany üçin çekilen zyýan we arakesme wagtyňyň uzaklygy sebäpli çekilen zyýan.

Onda, $y = y_1 n + y_2 t_3$ (1-182) bu ýerde: y_1 - elektrik üpjünçiliginde arakesme bolany üçin çekilen zyýan.

Y₂-arakesmäniň wagta görä uzaklygynyň netijesinde çekilen zyýan.

N- bir ýyldaky bolan arakesmeleriň sany;

T₃- bir ýylyň dowamynda bolan arakesmäniň wagt dowamlylygynyň jemini şeýle formula görnüşde ýazyp bileris;

$$Z_i = k_h k_i + c_{ei} + y_i n_i + y_2 t_{3i}$$

Şeýlelik bilen EÜ ulgamynda optimal warianty saýlamaklyk seredilýän wariantlaryň ynamlylygyna baglylykda meseleleri çözmeklige esaslanýar. EÜ ulgamlaýynyň ynamdarlygyny ýokarlandyrmak üçin senagat kärhanalarynda köp ýagdaýda dublirlenen zynjyrlary ulanýarlar.

Dublirlenen ulgam iki sany meňzeş zynjyrdan ybarat, olaryň her biri doly ýük ýagdaýyna hasaplanan hem-de rezerw iýmitlenmesine awtomatiki görnüşde geçýär.

4.2. Kompensirleýji gurnamany saýlamaklygynyň optimizasiýasy

Senagat kabuledijileriň köp bölegi iş ösüşiň barşy aktiw kuwwatdan P basyşda reaktiw kuwwaty Q hem setden alýarlar. Reaktiw energiýany esasy ulanyjylar: asinhron dwigateller, transformatorlar, wentil özgerdijiler. Howa elektrik setleri, reaktorlar.

Elektrogurnamalaryň häsiýetine baglylykda onuň reaktiw ýüki 130% aktiw ýükünden bolup biler. Reaktiw kuwwatly liniýalar we transformatorlaýyň üstünden bermeklik amatly däl, aşakdakylar sebäpli.

Hemme EÜ ulgamlarynda aktiw kuwwatyň goşmaça ýitgileri peýda bolýar, sebäbi reaktiw kuwwatyň ýük

artykmaçlygy bolýar. Aktiw we reaktiw kuwwat R garşylykly elementniň üstünden geçende aktiw kuwwatyň ýitgisi:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p \quad (4.2.1)$$

Reaktiw kuwwatynyň Q geçmegi esasynda aktiw kuwwatyň ΔP_p goşmaça ýitgileri onuň kwadrat bahasyna proporsionaldyr.

2) SK iýmitleýji EÜ ulgamlarynda goşmaça naprýeženiýe ýitgileri peýda bolýar. Mysal üçin: P we Q kuwwatlaryň aktiw R we reaktiw X garşylykly. Setiň elementinden geçse, onda naprýeženiýe ýitgisi aşakdaka deň bolar.

$$\Delta P = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_a + \Delta U_p \quad (4.2.2)$$

bu ýerde: ΔU_a - aktiw kuwwata esaslanan naprýeženiýäniň ýitgisi;

ΔU_p - reaktiw kuwwata esaslanan naprýeženiýäniň ýitgisi.

Reaktiw kuwwaty ulanmaklygy azaltmak üçin reaktiw kuwwaty kompensirleýärler, hakyky usul bilen kompensirlemek, ýagny kabuledijileriň iş düzgüniniň gowylanmagy, täze, soňky çykan konstruksiýaly dwigatelleri ulan-maklyk; dwigateliň, transformatoryň ýük ýetmezçiligi aýyrmak. Beýleki usul ýörite kompensirleýji gurnamalary oturtmaklyk usulyny ulanýarlar, elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň gerek bolan nokatlarynda.

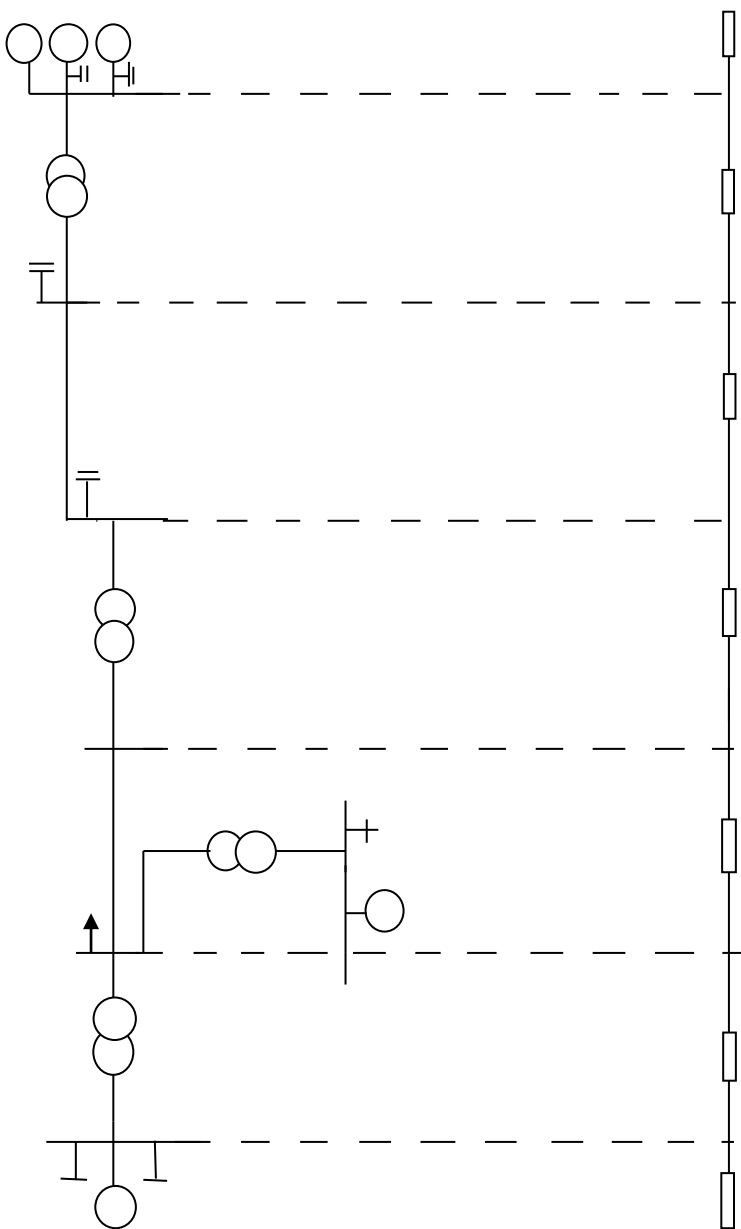
K.G ýerleşdirilmesiniň iň bir maksada laýygy bir ýylyň dowamynda edilen çykdaýjylaryň minimumy bolýar.

K.G.saýlamaklyk wariantlaryň hereketi ykdysady hasaplamalaryň esasynda geçirilýär. Tehniki tarapdan laýyk wariant ykdtysady tarapdan maksadalaýyk çykdaýjylaryň minimumyna esaslanar:

$$3=C_e+0.12k=\min \quad (4.2.3)$$

Aktiw energiýanyň ýitgisiniň kesgitlenmegi ýitginiň üýtgetmek koeffisiýenti göz önünde tutulýar, reaktiw kuwwaty kompensirlemek usullarynda aşakdaky deňlemeden alyp bileris:

$$K_{u,n}=\sum_{i=1}^n K_{u,n,i}$$



4.2.1-nji çyzgy.

bu ýerde: $K_{u,n,i}$ - ýitginiň üýtgetmek koeffisiýenti i-kabul ediji ýa-da bölegi boýunça, jemi bolsa EÜ ulgamlarynyň hemme bölekleri boýunça jemlenýär, iýmitleýji çeşmeden S.K. podstansiýaň synalaryna çenli.

Aýratyn böleginiň ýitgisiniň üýtgame koeffisiýenti $K_{u,n,i}$ EÜ ulgamlarynda aşakdaky hasaplamalardan alarys. Aktiv P we reaktiv Q kuwwatlar R garşylykly bölejikden geçse ΔP_1 kuwwat ýitgisi kesgitlenýär. K.G. goýulandygy sebäpli bölekden geçýän kuwwat peselse $Q_{k,y}$. Onda kuwwat ýitgisi

$$\Delta P_2 = \Delta P_a + \Delta P_p + \Delta P_{k,y} = \Delta P_a + \frac{(Q - Q_{k,y})^2 R \cdot 10^{-3}}{U^2} + \Delta P_{k,y}$$

bu ýerde: $\Delta P_{k,y}$ - K.G. aktiv kuwwatyň ýitgisi;
 ΔP_p – reaktiv kuwwatyň geçmegi esasynda;
 $Q - Q_{k,y}$ kuwwat ýitgisiniň peselmegi şeýle kesgitleniýär.

$$\Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2 = \frac{Q_{k,y}(2Q - Q_{k,y})R \cdot 10^{-3}}{U^2} - \Delta P_{k,y}$$

Alan netijämizi KG kuwwat $Q_{k,y}$ bahasyna bölsek, aktiv kuwwatynyň üýtgemegine koeffisiýenti alarys i bölegi boýunça.

$$K_{u,n,i} = \frac{Q_{k,y}(2Q - Q_{k,y})R \cdot 10^{-3}}{U^2 \cdot Q_{k,y}} - \frac{\Delta P_{k,y}}{Q_{k,y}} = \frac{\Delta P_p}{Q_{k,y}}$$

$K_{u,n}$ ululygy SK-nyň iýmitleýiş geçmeden ýerleşişiniň daşlygyna baglydyr we 0.02-0.2 kWt/kWar aralygynda bolmandyr. K.G. reaktiv kuwwaty aşakdaky aňlatmadan tapylýar.

$$Q_{k,y} = Q_T - Q_e$$

bu ýerde: Q_{Σ} - S.K. umumy sarp edýan reaktiw kuwwaty maksimal ýük iş ýagdaýynda. Kompensirleýji guramany saýlamak tehniki ykdysady görkezijileriň esasynda alynýar. Ykdysady effektiwliligi reaktiw kuwwat kompensirlenenden soň aşakdaky ýaly hasaplanýar.

$$3_{nn}-3_{nn(nk)}=\pm 3 \text{ esse}$$

bu ýerde: 3_{nn} – SK bir ýylyň dowamyndaky çykdajysy kompensirlenmäkä mün man/ýylda.

Şu hasaplary geçirmek üçin kärhananyň kompensirlemekden öň bir ýylyň dowamyndaky çykdajysyny bilmek. Ol hem kynçylyk döredýär. Onuň üçin ykdysady meseläni çözmek K_{nn} -niň kömegi bilen bir ýyldaky tygşytlanan serişdäni hasaplaýarys.

$$G_{ge}=K_{un}Q_{ky}*tG_0$$

bu ýerde: K_{un} - ýitginiň üýtgame koeffisiýenti
kWt/kWar;

Q_{ky} - kompensirleýji gurnamanyň kuwwaty
(kWt);

t- kompensirleýji gurnamanyň bir ýylyň
dowamyndaky iş wagty(sag).

G_0 -elektrik energiýanyň bahasy, nyrhy (mün man. kWt/sag). Soňra KG-nyň goýulmasynyň we ekspluatasiýanyň edilen çykdajylary hasaplanýar.

- 1) KG-nyň nyrhy, bahasy K_{ky} mün man.
- 2) KG-da ýitginiň bahasy
- 3) $\Delta P_{k,y}+G_0=G_{nky}$ mün man/ýyl
- 4) Işi toparyň zähmet haky, kompensirleýjini gurnamak
üçin G_0 mün/man
- 5) Bir ýylyň dowamynda edilen çykdajylar KG-üçin

$$3_{ky}=C_{n,ky}+C_{0n}+0.12 K_{ky} \text{ müň/man}$$

KG-nyň goýulmasy üçin edilen ýylyň dowamyndaky çykdaýjylary deňeşdirmesi geçirilýär we tygşytlanan serişdeler göz önünde tutulýar.

$$3_{ky}<C_{ge}$$

ýa-da

$$3_{ky}>C_{ge}$$

Deňeşdirilenden soň KG-ny goýmaklyk baradaky netijä gelinýarlar.

Hasaplamanýň görkezijisi netijesinde KG-nyň kuwwaty 5000 kWar 6 kW naprýeženiýede we 10 kW naprýeženiýede 10000 kWar az bolsa, onda kon-densator goýmaklyk maksada laýykdyr.

KG-nyň gerek bolan kuwwaty görkezilenlerden köp bolsa, onda tehniki ykdysady hasaplamalary geçirmeklik zerurdyr.

4.3. Kompensirleýji gurnamanyň ýerleşdirilşi

KG-nyň gerek bolan kuwwatyny we görnüşini saýlanymyzdan soň, SK-larynyň elektrik setlerine kuwwaty optimal bölmeklik meselesi ýüze çykýar. Elektrik energiýanyň ýitgisi we onuň bahasy KG-ny ýerleşdirilen ýerimize baglydyr.

Reaktiw kuwwatyň ýük merkezini aktiw kuwwatyň ýük merkeziniň kesgitlenilişi ýaly kesgitläp bolar. Kärhananyň aýratyn sehleri üçin reatiw kuwwatlaryň ýük merkeziniň X_{pi} , Y_{pi} koordinatalary belli bolsa, onda kärhananyň ýük merkeziniň koordinatyny tapyp bolar. X_{pn} , Y_{pn}

$$X_{pn}=\frac{\sum_{i=1}^n Q_{pi} \cdot X_{pi}}{\sum_{i=1}^n Q_i}; \quad Y_{pn}=\frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot Y_{pi}}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

KG-nyň optimal ýerleşdirilmesine tehniki tarapyndan gowusy we minimal edilen çykdajylar göz önünde tutulmalydyr.

Tehniki ykdysady saýlamaklyk üçin aşakdakylara seredeliň:

- 1) Kärhananyň güýç setleriniň naprýeženiýesi 0.66 kW bolsa, onda 0.66 kW naprýeženiýe.
- 2) Elektrik energiýanyň hilini gowulandyrmak usullary we ýollary
1. Elektrik energiýanyň hiline täsir edýän parametrlr.
2. Senagat elektrik üpjünçilik ulgamynda ýokary garmonikanyň hasaplanylyşy.
3. Elektrik setlerinde napýaženiýanyň sinus dældigini azaltmagyň usullary we ýollary.
4. Napýaženiýanyň sinus dældigini barlamaklyk.

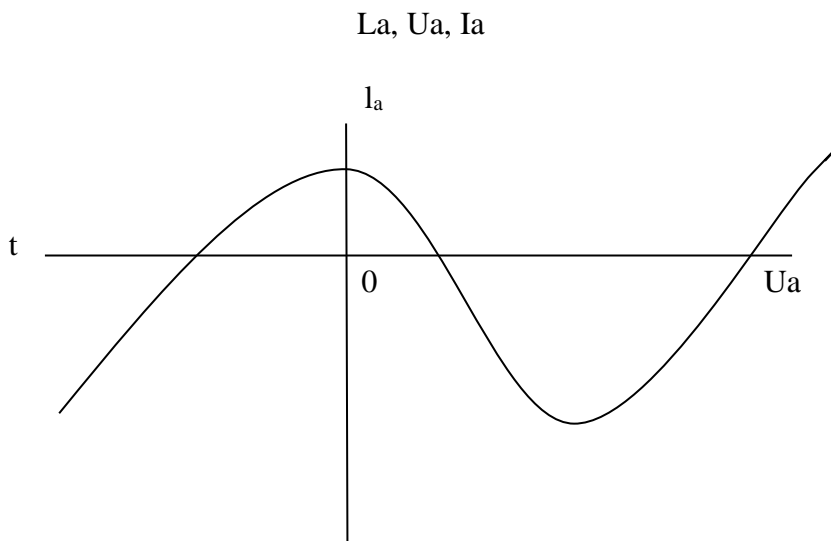
4.4. Elektrik energiýanyň hilini gowulandyrmagyň usullary we ýollary

Önümçilik ykdysady effektiwligini ýokarlandyrmaklyk üçin wolt-amper häsiýetnamasy göni däl çyzykly elektrik energiýany kabul edijileri giňden giri-zilýär. Ol hem ýyly we taslama işgärleri üçin täze meseleleri ýüze çykardy. Bu meseleleriň biri ol kabuledijileriň elektrik energiýasyny elektrik energiýasynyň parametrlerine otrisatel täsir etmeli. Bu täsir elektrik energiýanyň hiliniň pesel-megine we halk hojalygynda zyýan çekmeklige getiýär.

EÜ ulgamlaynyň gönidäl wolt-amper häsiýetnamaly elementlerine wentil-özgerdijiler, elektrokebsirleýji gurnamalar, ähli telemehaniki, telefon, teleradio gurnamalary, güýç transformatorlary we dwigateller girýär. Bu guramalaryň esasy häsiýetleri sinus naprýeženiýeli setden, sinus däl naprýeženiýeni alýarlar, netijede azalýar zynjyrdä ýok garmonikalar (dürli ýygylýkdaky yrgyldylar) döräp, sinus däl

toklar naprýeženiýeler, hatda umumy çeşmäniň hasabyna garaşylmadyk EHG-ler hem döreýär.

Mysal hökmünde üç fazaly wentil-özgeridijiniň egrisine seredeliň.



4.4.1-nji çyzgy.

(4.6.1) çyzgyda jemleýji çeşmäniň EHG egrisi I_a , faza togy, wentil-özgerdijiniň zemindäki naprýeženiýesi.

Sinus däl tok egrilerini çylşyrymly garmonikalar hökmünde seretmek bolar, dürli ýygyllykly ýönekeý garmoniki yrgylardan düzülen. Belli bolşy ýaly periodik wagt funksiýasy $f(\omega t)$, trigonometrik görnüşde Furýeniň setiri bilen görkezip bolar.

$$f(\omega t) = A_0 + \sum_{v=1}^{\infty} (a_v \cos v \omega t + b_v \sin v \omega t)$$

bu ýerde: A_0 – hemişelik düzüji

V – garmonikanyň nomeri

a_0, b_v – Furýeniň setiriniň koeffisiýenti

V=1 bolsa, birinji ýa-da esasy garmonika kesgitlenýär.

Setiriniň galan böleklerine ýokary garmonika diýilýär. Furýeniň setiriniň koeffisiýenti şu deňlemeler bilen kesgitlenilýär.

$$\left. \begin{aligned} a_v &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) * \cos v \omega t \alpha(\omega t) \\ b_v &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) * \sin v \omega t \alpha(\omega t) \end{aligned} \right\}$$

Garmonikanyň V-niň amplitudasy;

$$A_v = \sqrt{a_v^2 + b_v^2}$$

Onuň başlangyç fazasy;

$$\varphi_v = \arctg \frac{a_v}{b_v}$$

Ýokary garmonikalý tok setiň elementleriniň üstünden geçende şol elementleriň garşylyklarynda naprýeženiýe düzmesine getirýär (U_a egrisi cyz.4.6.1). Naprýeženiýeniň sinus dälliginiň koeffiýenti bilen häseýetlendirilýär, ol naprýeženiýeniň ýokary garmonikanyň ekwiwalent bahasynyň birinji garmonikasynyň gatnaşygyna deňdir.

$$K_{h\phi} = \frac{\sqrt{\sum_{v=1}^{\infty} U_v^2}}{U_1} * 100$$

bu ýerde: U_v, U_1 – V we 1 naprýažeýä garmonikasynyň bahasy elektrik togy esasy garmonikalardan başgada öz içinde has-da ýokary garmonikalary saklaýar, olaryň momentlerini, şeýlelikde, garmonikanyň nomeri.

$$V = U \pm 1$$

Deňleme bilen aňlatmak bolar.

Bu ýerde: P = faza sany (göneldilýän) $K=1, 2, 3, 4$ sanlaryň yzygiderlik hatary. Belläp görşümüz ýaly naprýeženiýeniň egrisiniň ýapylmasy elektrik üpjünçilik ulgamynyň elementleriniň işlemäge otrisatel täsir edýär. Elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň elementleriniň üstünden ýokary garmonika toklarynyň geçmegi goşmaça aktiw kuwwat ýitgisine getirýär, ol indiki deňleme bilen kesgitlenýär.

$$\Delta P_{HC} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 R_v$$

bu ýerde: R_v – elementiň V garmonikanyň aktiw garşylygy;

I_v – V garmonikanyň togy.

Iň köp aktiw kuwwatyň goşmaça ýitgisi transformator, dwigatellerde we generatorlarda bolýar, olar üçin aktiw garşylygyň ýokarlanmagy sarymlarda \sqrt{V} proporsionaldyr. Köp halatda bu ýitgiler elektrik maşynlaryň sarymlarynyň aşa gyzmagyna getirýär, ol hem elektrik energiýanyň ýitgisine getirýär.

Naprýeženiýe egrisinde garmonikanyň bolmagy izolýasiýanyň köpelmegini has-da çaltlaşdyrýan, sinus naprýeženiýe garanynda. Bu bolsa ýokary ýygylýan elektrik meýdanynda dielektrikleriň fiziki-himiki hadysalarynyň tizlenmegine getirýär, ol hem olary köpelmegine getirýär.

Toguň we naprýeženiýeniň ýokary garmonikasy elektroölçeýji abzallaryň görkezmesinde göýberilýän ýalňyşlygyna hem täsir edýär. Ýokary garmonikanyň bolmagy güýç zynjyrlarynyň ulanylmagyna, maglumatlarynyň geçirilmegine päsgelçilik berýär. Ýokary garmonikalar telemehanik gurnamalaryň iş ýagdaýyny peseldýärler we iş düzgüninden çykýarlar. Tokda garmonikanyň derejesi 5-7% bolsa.

4.5. Senagat elektrik ulgamlaynda ýokary garmonikanyň hasaplanylşy

Ýokary garmonikanyň hasaplanylşy üç topara bölünýär:

- 1) Analitiki;
- 2) Ähtimal;
- 3) Golaýlaşma takyk.

Analitiki görnüşde hasap diňe EHM-ň üsti bilen amala aşyrylýar. Toguň we naprýeženiýeniň sinus dældiginiň hasaby üçin ýörite mevilnamasy düzülen, zawo-dyň içki EÜ üçin. Bu programma ondan 3000 Gs çenli ýygylýk 44 düwünli niýetlenen. Her bir düwüniň ýokary garmonikasyny hasaba alyp bolýar.

Emma analitiki hasap usuly köp göwrümdäki berlenleri talap edýär we iş düzgününiň üýtgemekligini göz önünde tutmaýar. Şonuň üçin hem in maksada laýyk hasap usuly ähtimal. Bu usul bir fazaly ýük, wentel özgerdiji we köp başga gurnamalar üçin ulanylýar.

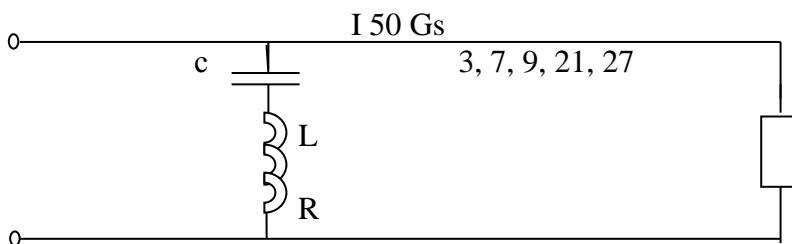
Üçünji usul golaýlatma usuly, inženerçilik hasabynda in bir amatly usullaryň biri. Berlen ululyklara esaslanyp ýokary garmonika hasabyny çykarmak bolar. Elektrik setlerinde naprýeženiýeniň sinusoidal azalmaklygynyň usullary we ýollary.

Şu wagta çenli naprýeženiýeniň egrisiniň sinusoidal dälligini azaltmak-lygynyň bir näçe usullary bellidir.

- 1) In bir esasy şertleriniň biri dwigatelleriniň, transformatorlaryň öz no-minal berlenleri bilen işletmek. Nominal tok, nominal naprýeženiýe we beýleki usullar.
- 2) Ýokary garmonikanyň süzgüçleri. Filtr zwenosy diýip yzygider birikdirilen induktiwlik we sygyma aýdylýar, belli bir ýygylýa saz-lanan.

Praktikada filtrlar 5, 7, 11, 13, 23 we 25-nji garmonikalaryň bar ýerinde goýulýar. Filtrlar garmonikany döredýän we güýjedýän ýerinde goýulýar. Şol bir wagtda filtrlar reaktiw kuwwat çeşmesi hökmünde hem bolýar we reaktiw ýüki kompensirleýji hökmünde gulluk edýär.

Filtrleriň esasy kemçiligi onuň bahasynyň gymmatlygy. Şonuň üçin hem filtrlari toga käbir garmonikalary geçirmezlik üçin hem-de reaktiw kuwwaty mysal üçin filtri cyzgyda görelin.



4.5.1-nji çyzgy.

Kompensirlemek zerurlugy bolan ýerde goýmaklyk maksada laýykdyr.

Napryžeýäniň sinusdäldigini barlamaklyk

Zawod setlerinde napryžeženiýeniň we toguň sinusdäldigini barlag etmek üçin iki usul ulanylýar.

1) Ossilagrafýň garmoniki barlagy.

2) Ýörite enjamlary ulanyp geçirilýän barlag (olara analizator diýilýär AH) bu enjam hemme ýokary garmonikany duýýar.

V. Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynda maglumat

5.1. Maglumatlaryň teoriýasynyň elementleri we geçirilýän maglumatlaryň göwrümi

Senagatda dolandyryjy ulgamlarda berilýän maglumatlar öz häsiýeti boýunça şular ýaly seredilip bilen:

- operativ, elektrik üpjünçilik ulgamlaynyň ýagdaýyna hemişelik gözegçilik we dolandyryş punktyndan ony dolandyrmak üçin niýetlenen;
- statistiki elektrik energiýanyň harç edilişi we öndürilişini çäklendirmek we meýilleşdirmek üçin, elektrik üpjünçilik ulgamynyň ulanylyşyny umumylaşdyrmak, oňa biz etmek we işläp bejermek üçin niýetlenen;
- hasabatlaýy, hasabat dokumentlerini düzmek üçin ulanylýar.

Elektrik üpjünçilik bilen dolandyryş ulgamda ulanylýar maglumat öz niýetleýşi boýunça buýruk berijä (d, buýruk berýän, sazlaýan), signal berijä (dolandyryň ýerleriň ýagdaýy barada, önümçilik ösüşiň gidişi barada, dolandyrylýan parametrleriniň çäkleriniň gyşarmasy barada, döwürmeleri we duýdurýan, ölçejä (dolandyrylýan parametrleriň integral we akym bahalaryny ölçemek) bölünýär.

Her bina üçin telemehanizasiýanyň ýerlikli göwrümini kesgitlemek wajyp we jogapkärçilikli mesle bolup durýar we teledolandyryşy (TÖ) indiki esasy esaslaryny hasaba almak bilen geçirilmeli .

TD-bu diskret binalaryň we üznüksiz köp ýagdaýly binalaryň ýagdaýyny we halyny telemehanikanyň usullary we serişdeleriň üsti bilen dolandyrmak.

Garaşsyzlygyň (TP) göwrümi, degişli parametrleriň tehnologiýasy TÖ dispetçer üçin dolandyrylýan ulgamda gerekli energetiki parametrleri goldamak üçin mümkin bolar ýaly bolmaly.

iki sany usuly mümkin: “az-köp” esasy boýunça TD usuly bilen we dolandyryş bölümlerinde (ΔP) oturdylan awtomatika sazlaýjyly gurnamalaryň kadalaýyň ýa-da analoglaýyn berlişi.

TS-bu mümkin bolan diskret ýagdaýlary bolan dolandyrylýan ýerleriň ýagdaýy barada TM usullary we serişdeleri bilen maglumat almak.

TS-ň göwrümi DP (dolandyryş pultyna) duýduryjy we döwürme signallary we gerek bolan ýagdaýynda TM guramalarynyň ýagdaýyny we elektrik üpjünçilik ulgamlaýynyň esasy elementleriň ýagdaýyny we halyny görkezmeli statiki kondensator batareýalarynyň öçürijileri. Sehiň akymlaýyn äkiji wentilýasiýasynyň EÜ ulgamlaýynyň komutasiýa apparatlary.

Tsar:

- 1) güýçli transformatorlaryň transformasiýa koeffisiýentleri;
- 2) seksion birikdirijileri bolan çaklama kondensator batareýalarynyň kuw-watlaryny;
- 3) uly SD we SK-laryň oýandyrmaly.

TS:

- 1) TD binalaryň ýagdaýy;
- 2) 1 kW uly elektrik kabul edijileriň we giriş, güýçli transformatorlaryň seksion, şina birikdiriji we aýlaw öçürijileriň teledolandyryşynyň ýagdaýlary;
- 3) AIR gurnamalarynyň işlemeleri;
- 4) 1 kW uly setlerde ýere utgaşma;
- 5) 35 kW we uly girişlerde aýryjylaryň ýagdaýlary;
- 6) uly telekabuledijileriň ýagdaýlary;
- 7) islemek öçürjileriň döwürmegiň öndürilmesi;
- 8) TD-ýan transformatorlaryň ýa-da özgerdiji agregatyň näsazlyklary;
- 9) Içki näsazlyk sebäpli teledolandyrylýan transformatorlaryň we özgerdiji agregatyň öçürilmeleri;
- 10) DP-daky näsazlyklary;
- 11) Hyzmat edilmeýän binalarda ýangynyň döremeleri;
- 12) Ulgamyň hyzmat edilmeýän binalarda gapylaryň açylmagyny;

T I T:

- 1) her çeşmede we kārhanadan doly alnan jemleýji kuwwatyny;
- 2) EPP transformatorlarynyň (P we Q) ýükleri;
- 3) Setiň esasy uçastoklrynda naprýeženiýeniň derejesini dolandyrmak üçin esasy P/S-nyň şinalaryndaky naprýeženiýeleri;
- 4) P/S-laryň arasyndaky liniýalaryň bir ugrundaky togy;
- 5) TD-n transformatorlarda we özgerdiji agragatlardaky togy;
- 6) has uly we jogapkärçilikli elektrik kabule barýan liniýalardaky togy;
- 7) zawad çeşmelerinden we energoulgamlardan girişlerdäki ýygylyklary;

TÖJ

- 1) energoulgam bilen giriş iýmitlendiriji arabaglanşyk liniýalaryndaky aktiw we reaktiw energiýany;
- 2) umumy kārhananyň we aýratyň bölümleriň elektro balansy kesgitleýän çykyjy liniýalaryň aktiw elektroenergiýasy;
- 3) gapdaldaky ulanyjylary iýmitlendirýän liniýalaryndaky aktiw elektroener-giýasy;
- 4) kompensirleýji gurnamalaryň reaktiw elektroenergiýasy (berlen düzgüni dolandyrmak) üçin.

Habar diýip geçirilmä degişli bolan ähli zada düşünilýär, ýagny haýsy hem bolsa maglumatlaryň kesgitli mukdary. Informasiýa hökmünde habarlarda özünde bar bolan tüzelik saklaýan we berilen kabul edijiler öňünde belli bolmadyk maglumatlara düşünilýär. Habarlar maglumatlaryň material görterijileri bolan signallaryň kömegi bilen geçirilýär.

Önümçilikde esasy dolandyrmagyň maglumatyna nukdaý nazaryndan dört bölege bölünýär: almak, işläp bejermek, ýerine ýetirmek we maglumaty geçirmek.

Eger önümçilik esaslary dolandyrmagyň funksiýalary maşynlar we mehanizm-ler bilen ýerine ýetirilýän bolsa, onda dolandyjysy aftomatli, adam bölekleýin gatnaşan bolsa, aftomatlanan diýip atlandyrylýar.

Aftomatizasiýa serişdeleri şulara bölünýär:

- maglumat ýygnaýjy gurluşyň informasiýasyny almak üçin (duýgyr elementler, datçikler, ölçeg abzallary we ş.m.);
- TM ulgamyň maglumatlary aralyga bermek üçin; saplamakda TM ulgama derek birlikler geçirilýän apparaty ulanýarlar;
- Ýöriteleşdirilen ýa-da hasaplaýyş tehnikasynyň gurluş maglumaty gaýtadan işlemek üçin;
- informasiýany ulanmak üçin-ulanylýan mehanizmleri we aftomatika saz-laýjylar.

Durnuklylyk nukdaý nazaryndan ähli signallar statiki (kitap, diskde, magnit lentasyndaky ýazgy we ş.m.) we dinamiki (ses, ýagtylyk elektrik we ş.m.) signallara bölünýärlar.

Parametrleriň akym ululyklaryň TI (T I T) göwrümi (OUS) ýerlikli bolany üçin, şeýle hem daşky gurşowyň goragy bilen bagly döwürmelerini we energetika parametrleri ölçemäge mümkinçilik döretmeli.

Integral parametrleriň teleölçege (TÖT) EÜ ulgamlaýnyň işiniň esasy tehniko-ykdysady görkezijileriň dürli hasaplamalaryny ýerine ýetirmekligi we energetika balanslary düzmek mümkinçiligini üpjün etmeli.

Maglumatlaryň hil (TS, TD) ýa-da mukdar (TöweT...) häsiýeti bolup biler.

Maglumatlaryň esasy görnüşleri we göwrümi.

Maglumat binalarynyň umumy sany.					
TD	T	TS	TIT	TÖI	TS/diagnostik a
200	50	1000	300	----	1000
400	100	2000	150	200	1000
600	150	3500	1500	800	6000

5.1.1-nji çyzgy.

DU ulgamlarda EÜ-tarapyndan düzgün bolşy ýaly şular göz önünde tutulyp bilner: EÜ, suw üpjünçilik, gaz üpjünçilik, ýylylyk we bug, howa üpjünçilik ulgamlarda.

EÜ ulgamlarda:

TD:

- 1) 1kW-dan uly naprýezeniýeli p/s-laryň arasyndaky aragatnaşyk we ýmit-lendiriji liniýalaryň öçürijileri;
- 2) peseldiji transformatorlaryň öçürijileri;
- 3) kärhanalaryn meýdançasyny ýagtylandyryjy liniýalarda gurnalan kommutasiýa apparatlary;
- 4) UAPW ýok bolanda AIR liniýalardaky öçürijileri;
- 5) 1000 W çenli naprýezeniýeli p/s-arasyndaky aragatnaşyk liniýalarda we seksiyalarda, ýmitlendiriji liniýalarda kommutasiýa apparatlary;
- 6) paýlaýjy şinalary ýmitlendirýän agregatlaryň we p/s-laryň awtomatiki özgerdijileriniň öçürijileri;
- 7) çenli p/s-laryň liniýalaryndaky öçürijiler;
- 8) 6.10 kW liniýalarda awtomatika sazlaýyş ýok mahalynda üznüksiz signallary bolýarlar.

Signalnyň (diskret) esasy impuls alamatlarynyň göznüşlerine şular degişlidigi polýar, amplitudalaýyk, wagtlaýyn, fazalaýyn, ýygylyklaýyn.

DII gelyän maglumaty niýetlenişi boýunça operatiw (OJ), hasap-meýilnamalaýyn (HMJ) we önümçilik çaklama (ÖSJ) bolýar.

Maglumatyň mukdaryny kesgitlemegiň esasynda berlen habaryň döremegi ähtimallygyň bahalanmasy ýatyr. Eger mümkin bolan habarlaryň sany N deň bolsa, we olaryň islendiginiň döremegi deň ähtimallykly bolsa onda berlen habaryň döremeginiň ähtimallygy şuna deň.

$$P_c = 1/N$$

Onda maglumatlaryň mukdary R . Harpli formulalary boýunça şuna deň.

$$I = \log_a L/P_c = -\log_a P_c = \log_a N = n \log_a m$$

bu ýerde: n - simwollaryň sany;
 m -signalyň elementleriniň sany;
 a -maglumatlarynyň bitleriniň sany: 1 bit=2.

Maglumatlarynyň mukdary alamatlaryň birmeňzeş sany mümkin habarlary bolan her sanyna deň. Eger elipbiýiň alamatlary 0.1($m=2$) we her signal 3 sany alamatdan ($n=3$) duran bolsa, onda $N=2^3=8$, onda 00.1, 100, 110 we ş.m.

Eger habarlarynyň emele gelmeginiň dürli ähtimallygy bar bolsa, onda maglumatlaryň mukdary K.Şemmonyň formulasy bilen kesgitlenilýär:

$$I_c = -n \sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i$$

bu ýerde P_i -alamatlaryň degişli bahalarynyň emele gelmeginiň otnositel ýygylgy.

Mysal üçin: 011011 signalda alamatlaryň sany 7, nol bahaly alamatlaryň sany 2 deň, diýmek, 0 bahaly alamatyň emele gelmeginiň otnositel ýygylgy 2/7. Ulgamyň maglumat geçişiniň mukdar görkezijisi diýip maglumatlaryň geçişiniň iň uly tizligi kanalyň göwrümi häsiýetlendirilýär. Bu bolsa ulgamyň geçirijilik ukyby bolup durýar:

$$C = F \log_2(1 + P_C/P_{\Pi})$$

bu ýerde: F -aragatnaşyk kanaly boýunça berilýän signallaryň ýygylgyk çyzygy (ýygylgyk, spektr signallarynyň çäklendirmeli);
 P_C -signalyň ortaça kuwwaty;
 P_{Π} -näsazlyklaryň ortaça kuwwaty.

Ulgamyň geçirijilik ukyby diýip aragatnaşyk kanaly boýunça wagt birliginde geçirip bolýan (maglumatlaryň maksimal mukdaryna aýdylýar). Kwantlama üznüksiz bahasy diskret bahasy, bilen çalyşmaklyga kwantlama (diskretleme) diýilýär. Signalyň kwantanyň derejesi boýunça (amplitudasy) we wagt boýunça amala aşyrylýar. Kwantlama wagtynda (t) ergini dereje boýunça wertikallygyna ΔX dürli interwallary bolýarlar, ol interwaly kwantlama ädimi diýip atlandyryýarlar. Signalyň diskret kanalarynyň sany (rugsat berlen derejeleriň sany).

$$M = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\Delta X}$$

Kwantlamaň garşylyklary indiki aňlatmadan kesgitlenilýär

$$\delta_k = \pm 1/m \cdot 100$$

Käbir ýagdaýlarda wagt we dereje burça kwantlama bir wagtyň içinde amala aşyrylýar. Şunlukda kwantlamanyň ýalňyşlyklary ulalýar:

$$\delta_{kby} \sqrt{\delta^2_{ky} + \delta^2_{KB}}$$

Kodlama. Diskret habarlary diskret signallara özgertmek (kod kombina-siýalary görnüşinde), aragatnaşyk kanallary boýunça geçirmek üçin niýetlenen, kodlama diýlip atlandyrylýar. Kod diýip diskret habarlary aňladýan şertli signallaryň umumylygyna aýdylýar. Bir elementli kodlama (bir alamat-polýarlyk, amplituda, wagt we ş.m.). Köp elementli kodlama. Tapyjy we düzediji kodlar (korrektirleme. Dekodlama. San kodlaryny ulanmak).

Modullama. Maglumaty göterijiniň parametrleriniň berilýän habarlaryň (signallaryň) täsiri astynda üýtgemesini modullama diýip atlandyrylýar. Modul signaly göterijiniň haýsy hem bolsa bir parametrine täsir edýär (ýygylgy äkidiji):

amplituda, faza, ýygýlyga. Göterijiniň parametrleriniň modullamasyna kodlylykda amplitudalaýyn, fazalaýyn we ýygýlyklaýyn modullama bolýarlar. Eger maglumatlary göteriji hökmünde impulsalaryň üznüksiz yzygiderli ulanylsa onda amplituda-impuls, impul-ýygýlygy, faza-impuls we kod-impuls modullamaň dürli görnüşlerini tapawutlanýarlar. Bahalaryň köp modullamasy maglumatlaryň geçirilşiniň näsazlyga durnuklylygyny ýokarlandyrýar. Signallary saýlamagyň we bölmegiň prinsipleri. Bir kanally we köp kanally (signallaryň wagt we ýylylyk bölünmesini ulanýarlar).

5.2. Kärhanalaryň elektrik üpjünçiligini dolandýrmagyň senagat ulgamlaryndaky aragatnaşyk kanallary

Aragatnaşyk kanallarynyň näsazlyklary we näsazlyga durnuklylygy

Aragatnaşyk kanaly ýa-da maglumatlary geçiriş kanaly diýip garaşsyz habary maglumatlaryň çeşmesinden onuň kabul edijisine çenli aralyga geçirmek üçin niýetlenen tehniki serişdelelriň we umumylygyna aýdylýar. Aragatnaşyk kanallary aragatnaşyk liniýalarda guralýarlar.

Aragatnaşyk liniýasy – bu sugnal geçirilýän fiziki sredadyr. Aragatnaşyk liniýa düşünjesine tehniki serişdeler girizilýär – kabeller, simler, izolýatorlar, daýançlar, gorag apparaturasy, birikdiriji, geçiriji we kabul ediji. Bir aragatnaşyk liniýasy signallaryň garaşly geçişi köp aragatnaşyk kanallaryny işlemek üçin ulanylyp bilner.

Signallary diňe bir ugurda geçýän kanallary birtaraply ýa-da simpleks, iki ugurda geçýänleri dupleks diýip atlandyrýarlar.

Habarlary geçirmek üçin ulanylýan yrgyldylaryň häsiýetine baglylykda aragatnaşyk kanallaryny elektrik, elektromagnit, optiki, akustiki we ş.m. atlandyrylýar. TM-da, esasan, elektrik we elektromagnit signallar ulanylýar. Elektrik

signallar, esasan kabel we howa geçiriji liniýalarda, eltromagnit signallary bolsa radiolinýalarda elektrik geçiriji liniýalarda we olary dykzlandyrmagyň beýleki ýoly bilen döräp biler. Aragatnaşyk liniýalary radial, zynjyr görnäşli, şöhleleýiň, agaç görnüşli (birdüýpli we ikidüýpli) bolup biler.

Simi aragatnaşyk liniýalary. Birlenji we ikilenji parametrlr bilen kesgitlenilýär. Birlenji parametrlere şular degişlidir: R, L, C, G 20⁰S-da hemişelik tokly ikisimi liniýanyň 1km-niň aktiň garşylygy:

$$R_o = \rho^{2550/d2}$$

bu ýerde: ρ -materialyň udel garşylygy O_{m.mm}²/m;
d-diametr, mm;
t-temperaturadaky garşylyk.

$$R_t = R_o [1 + (t - 20)]$$

bu ýerde: – α temperatura koeffisiýenti, mis üçin 0.0039,
polat üçin 0.0046, Alýumiň üçin 0.0043.

1km. Liniýanyň aktiw garşylygy kesgitlemek üçin formula umumy görnüşde

$$R = R_o + R_{\Pi\Delta} + R_{6\lambda} + R_m \dots;$$

bu ýerde: $R_{\Pi\Delta}$ - effektiw garşylyk. (3 kPz çenli kabel liniýasy üçin hasaba alynmaýar);

$R_{6\lambda}$ - golaýlyk effektinden goşmaça garşylyk (howa liniýalary üçin hasaba almasa-da bolýar);

R_m - kabel liniýalarynda metallyň ýitgilerini gysgamak, sepiň daşky magnit meýdanyny döredýän aýlaw toklaryň täsiri astynda kabeliň daşky metal gatlagynyň we goňşy sepleriniň gyzmagy netijesinde döreýär.

Liniýanyň induktiwlige G_n/km

$$L=[4 \ln a/r + \mu k] \cdot 10^{-4}$$

bu ýerde: a – simleriň merkeziniň arasyndaky aralyk;
 r -simleriň radiusy, mm;
 μ -simiň materialynyň otnositel magnit
syzyjylygy.

$$\mu_{\min} = 1, \mu_{\text{polat}} = 140;$$

k-üç effektini göz önünde tutýan koeffisiýent we togyň
ýygylgynyň ulalmagy bilen ösýär.

$L=2 \cdot 10^{-3} \Gamma_H/\text{km}$ $d=4\text{mm}$, $a=200\text{mm}$ mis simlerde we $9 \Gamma_H/\text{km}$
polat simlerde, kabel liniýa $0.6 \div 0.8 \cdot 10^{-3} \Gamma_H/\text{km}$

Ikigeçirijili howa liniýasynyň gysymy (semelerde ygal
bolmadyk ýagda-ýynda) ϕ/km

$$C = \Sigma 10^{-6} / 36 \ln 2$$

bu ýerde: Σ –otnositel dielektrik hemişeligi (howa üçin
 $\Sigma=1$) $C=0.0063 \text{ mk } \phi/\text{km}$ $d=4\text{mm}$, $a=200\text{mm}$ bolanda.

Kabel liniýasynyň sygymy, ϕ/km

$$C = \Sigma \cdot 10^{-6} / 36 \ln a/r \psi$$

bu ýerde: ψ -kabeliň daşky gatnagynyň we beýleki
damarlaryň ýere birikmesiniň täsirini göz
önünde tutýan koeffisiýent $0.03-0.04 \text{ mk}/$
 ϕ/km geçirijiligi (akma) G izolýasiýanyň
görnüşine, toguň we klimat şertlere bagly.
Izolýasiýanyň grşylygy gurak howada

$$25 \div 125^{\text{mOM}}/\text{km} \text{ ýagyşda we dumanda } 2 \div 4^{\text{mOM}}/\text{km};$$

Kabel liniýasy geçirijiligi, esasan, üýtgeýän tokda G_f izolýasiýanyň dowamlylygy bilen kesgitlenilýär we şunda deň diýip kabul edilip bilner km/om

$$G = G_f = w c t g \delta$$

bu ýerde: $t g \delta$ – izolýasiýanyň dielektrik ýitgileriň burçunyň diametri.

Kabel liniýasy üçin klimat şertleiniň täsiri az we liniýanyň birlenji parametrleri üýtgemeyär diýen ýaly.

Ikilenji parametrleri (liniýanyň) aragatnaşyk liniýasy boýnça elektromagnit energiýanyň ýarama şertleri häsiýetlendirýär we deňe üznüksiz parametrlere we toguň ýygylgyna baglydyr. Liniýanyň tolkun garşylygyny \check{Z}_B we hemişelik geçişi (ýaýrama koeffisiýenti) γ degişli edýärler. Tolkun garşylygy birjynsly liniýa boýunça ýaýrawda elektromagnit energiýanyň serpigen ýa-da gaçýan tolkunyny kabul edýän garşylykdur, sm:

$$\check{Z}_B = U_{\Pi} / I_{\Pi} = U_o / I_o$$

bu ýerde: U_{Π} , I_{Π} -gaçýan tolkunynyň togy we naprýeženiýesi; U_o, I_o –serpigen tolkunynyňky.

Umumy ýagdaýda, sm:

$$\check{Z}_B = \sqrt{R + j\omega L} / G + j\omega C$$

10 kPz uly howa liniýasy üçin we 20 kGs uly kabel liniýalary üçin takmynan şu formula boýunça kesgitlinilýär:

$$\check{Z}_B \approx \sqrt{L/C}$$

Liniýanyň uzynlygy boýubça ýaýraýan elektromagnit tolkunynyň energiýasy ýükde haçanda ýükiň garşylygy tolkun garşylygyna deň bolanda, iň uly PTK ýetende, doly amala aşyrylýar, bolmadyk ýagdaýynda energiýanyň her bölegi serpegen tolkun, tok we naprýeženiýe görnüşinde liniýanyň başyndan soňuna gaýdýar, bu bolsa telemehaniki geçirişiň bozulmalarynda getirýän liniýadaky energiýanyň ýitgisine getirýär.

Hemişelik geçiriş elektromagnit tolkun liniýanyň uzynlygyna ýaýranda, şeýle hem faza naprýeženiýe we tok ýaýranda kuwwatynyň üýtgemesini häsi-ýetlendirýär:

$$\gamma = \alpha + j\psi = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

bu ýerde: α – ölçmek koeffisiýenti liniýanyň birlik uzynlygynda naprýeženiýeni we toguň peselmesi 2.7 gezekde 1 Hp ölçme;
 ψ -fazanyň süýşme koeffisiýenti, liniýada naprýažeýäniň, toguň we fazanyň üýtgemegi.
 α Hp/km şuna deň,

$$\alpha = \sqrt{1/2} [\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} - (\omega^2 LC - RG)]$$

ψ pag/km şuna deň

$$\psi = \sqrt{1/2} [\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} - (\omega^2 LC - RG)]$$

Pes ýygylýklarda $R \geq \omega L$ we $C \geq \omega C$ sada formuladan peýdalanyp bolýar:

$$\alpha = \psi = \sqrt{\omega R C / 2}$$

Öçme, esasan, liniýanyň aktiw garşylygyna bagly şonuň üçin geçiriji uzaltmak üçin pes udel garşylykly ýa-da aralyk güýçlendiriji stansiýalary goýmaly.

Aragatnaşygyň ýygylýk kanallary fiziki liniýalar boýunça kanallaryň ýygylýklaýyn bölünşik prinsipi ulanmak ýoly döredilýärler. Kabul ediji punktda kanallaryň bölünmesi çyzyk filtrlriň kömegi bilen amala aşyrylýar.

TM signallaryny geçirmek üçin ulanylýan ýygylýklary birnäçe diapazonlara bolýärler, O-300Gy:

- kanal asty diapazon, şeýle hem telegraf signallary geçirmek üçin ulanylýar;

- 300-340 Gy-kanal diapazon, telegraf signallary üçin ulanylýar;

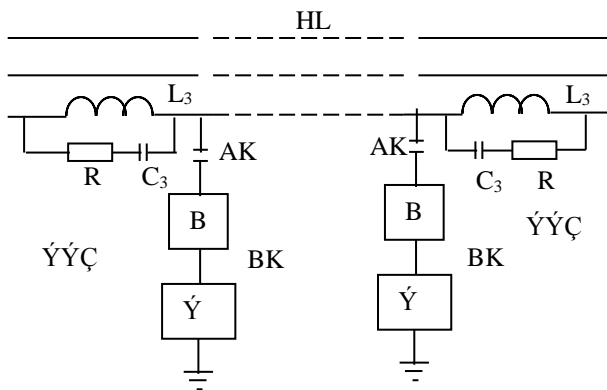
- 350-600 Gy-kanal diapazon, fototelegraf we telegraf üçin ulanylýar;

600 Gy-telefon ýokary ýygylýkly, kanalary 3-25 kGy polat simler, 1500 kGy reňkli metallardan ýasalan howa liniýalary üçin üst elektrriň täsiri kiçi. Has uly geçirijilik ukuby koreksial kabel liniýalarda bar, 60-12000kGy, ýöne TM üçin gymmat.

30÷500 kGy diapazonda TM kanallary howa liniýalary boýunça 30÷500 kW. Howa liniýalarynda näsazlyklaryň ýokary derejede izolýatorlaryň üstünde, liniýalar öçürilende we ýakylanda we beýleki sebäpler bilen zarýatsyzlandyrmak sebäpli emele gelmek bilen şertlenýär. Bu öçme koeffisiýentini diýşen ulaldýar, ýygylýgyň ulalmagy bilen şeýlede öçme koeffisiýenti ulalýar. Has giň ulanyşa howa liniýalaryna faza ýer çyzgy boýunça birikdirilýän ÝÝ aragatnaşyk posty ÝAP aragatnaşyk kondensatorlary AK-2200-2400 ПФ we birikdiriji filtrlriň BF üçin howa bilen liniýalaryna birikdirilýän ýokary ýyllykly kanallary işläp bejermek üçin gurnamalaryň kompleksidir.

Paýlaýjy güýş setleri (PGS) boýunça aragatnaşyk kanallary. Birinji ugur diňe sirkulýasiýa buýruklary göz önünde tutýar (d 75÷3000Gy). Ikinji ugur bilen 10-20 kGy aragatnaşyk we telegraf kanallary.

Ýagtylyk äkidijiler boýunça aragatnaşyk kanallary. Pes öçesi bolan süm optiki kabelleriniň aragatnaşyk liniýalary ulanmak arkaly ýygylýyklaryň iş çyzygyny giňeltmek mümkin boldy. Ýagtylyk äkidiji kabeller $\varnothing 0.1$ mm diametrleýiň süşýän ýagtylyk äkidijilerden formirlenýär, plastmas üst bilen goralýarlar.



5.2.1-nji çyzgy.

ÝÝÇ-ýokary ýygylýkly çäklendiriji, geçişni ugry tarapyna Ý.Ý. toklaryň akmagyň önümi alýar.

Ýagtylyk äkidiji kanallarda wagtlaýyn siklik ýa-da wagtlaýyn kodlaýyn signallary bölünşi ulanylýar, ol signallar soň görnüşinde geçirilýar. Optosüýüm aragatnaşyk kanallarynyň gowy taraplary: ýokary geçirijilik ukyby; elektromagnit meýdanlary duýmazlyk üçin, partlama, ýangyn howupsyz; agressiw sredalara durnukly; reňkli metallar ýok; agramy kiçi: ölçegleri uly däl, öz – özünden elektromagnit söhlenenmesi ýok.

Optiki kanal b/çaltmaglumaty geçiriş tizligi 8mint/s temperatura $-10 : +55^{\circ}\text{C}$.

Çyzykly bozulmalar şulara bölünýärler: ýygylyklaýyn (ampl-ýygylaklaýyn), fazalaýyn (ampl-fazalaýyn). Çyzykly däl bozulmalar signalyň spektrinde täze gormonika düzüjileriň emele gelmegi bilen ugrudyrýlýär.

Näsazlyklar diýip elektro signala düşýän, ony bulaşdyrýan we onuň kabul edilişini kynlaşdyrýan dürli elektrik näsazlyklary düşünilýär. Nasazlyklaryň signal bilen täsir edişmesini additiw bolýarlar, haçan-da signal bilen näsazlyk goşulyp we kabul edijä olaryň jemi räsir edýär we multiplikatiw, haçan-da netijeleýji signal näsazlygy we geçirilýän signalyň önümine deň bolanda. Fluktuasiýa we impuls näsazlyklar addatiw şeýle hem multiplikasiýa bolup bilerler.

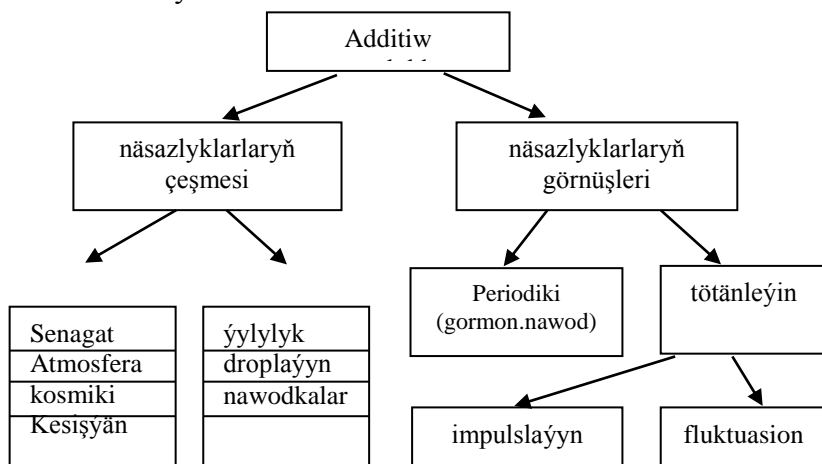
Belli balşy ýaly senagat TM-de kabeller bar ýagdaýlarda simli aragatnaşyk liniýalary boýunça geçirilýärler, elektrik sepleri bolup durýarlar, şonuň üçin addatiw näsazlyklar orun alýar.

Impuls näsazlyklar tötänleýin amplitudaly, dowamlylykly we döreýiş momentli formullary emele getirän impulsalaryň yzygiderligi. Fluktuasiýa näsazlyklar hem tötänleýin häsiýeti eýe, ýöne yrgyldylaryň üznüksiz haotik üýtgemesine eýe.

Içki gohlar abzallarda, lampalarda, geçirijilerde toguň fluktuasiýanyň hasabyna, we simlerde we rezistorlarda (ýylylyk gohlar) ergin elektronlaryň tertipsiz hereketi netijesinde döreýär. Aragatnaşyk kanalyna daşky näsazlyklar has böp täsir edýär, olaryň esasy senagat we atmosfera näsazlyklary bolup durýar.

Senagat näsazlyklary elektromagnit şöhlelenmä ukyply dürli elektrotehniki gurnamalar bilen döredilýär: elektrotransport, elektrokepşirleýji agregatlar, aftotransport, ýokary ýygylykly peçler we ýokary ýygylykly yrgyldylary generirleýän gurnamalar şeýle hem EGL gaýdýan nawodkalar, kuwwatly radiastansiýalar we beýleki aragatnaşyk enjamlar. Atmosfera näsazlyklary elektrik ýyldyrymzarýadsyzlanmasy,

kösmek radio şöhlelenmesi we ş.m-ler netijesinde döreýärler. TM-ň köp kanally gurnamalarynda aragatnaşyk kanallarynyň parallel işlemesi bilen şertlenýän kesişýän näsazlyklary göz önünde tutmaly.



5.2.2-nji çyzgy.

Ulgamyň näsazlyklaryň täsirine garşydurmagyna we informasiony dogry kabul etmegine ulgamyň näsazlyga durnuklylygy diýilýär.

Geçirişiň ytybarlygyny ýokarlandyrmak: signalyň kuwwatyny ulaltmak näsazlyga durnukly kodlamany ulanmak modullamaň näsazlyga durnukly görnüşlerini ulanmak, kabul edişini, näsazlyk durnukly usulyňy ulanmak (kabul edilýän signallaryň filtrasiýasy), ters aragatnaşyk kanallary ulanmak (TYK). Diskret habarlaryň näsazlyga durnuklygyny ýokarlandyrmak: usullary, artykmaç kodlary ulanmagy esaslanan, geçirilýän habarlaryň agdyklygyny ulanýan usullar; ters aragatnaşyk kanallaryny ulanýan usullar, signaly geçirmek üçin kabul edilen signaly tassyklaýan (kwinterleme). Näsazlyklar bilen göreşmäge şular maslahat berilýär: aragatnaşyk kanallaryndan daşky ýerlesen näsazlyklaryň

çeşmelerini ekranirlemek: dogry montaj: näsazlyklary ýöredýän çyzgylary ulanmak; berilýän signalyň energiýasyny ulatmak, modullamaň we kodlamaň hasabyna geçirişiň näsazlygyna we durnuklygyny ýokarlamdyrmak; signalyň we näsazlaşygyny parametrleriniň tapawudyna esaslan usullary ulanmak.

5.3. Senenagat kärhanalarynyň EÜ ulgamlaryny merkezlişdirilen dolandyryş ulgamlarynda telemehanizasiýa serişdeleri.

Senagat kärhanalaryň EÜ ulgamlaryň TD we TS ulgamlary

Binalaryň ýerli dolandyryşy göni DP amala aşyrylýar, binaň dolandyryşynyň gurnalan ýerinde. Daşky liniýalar boýunça uly aralyga maglumatyna geçirilişine distansion geçiş diýilýär. IMS funksiýalarynyň ýerine ýetirilişiniň häsiýeti boýunça TD, TS we TI ulgamlaryna bolýärler, TD-ş TS bilen utgaşýar we TD-TS ulgamy diýip atlandyrylýar.

TΔ ulgamlary önümçilik mehanizmleri we gurnamalaryny aralykdan dolan-dyrmak üçin ulanyýarlar we şular üçin niýetlenen:

- ulanylýan gurnamalara we mehanizmlere göni täsir etmek üçin;

- DP-daky işçi adamlara buýruklary geçirmek üçin (telebuýryklar);

- TI binalaryny çagyrmak üçin (TIÇ);

- TS binalaryny çagyrmak üçin (TIÇ) DP-dan;

- TS funksiýalary ýerine ýetirmek üçin, awtomatika sazlaýjylaryň gurnamalaryny distansion üýtgetmek.

TD ulgamlarynda dolandyryş buýruklaryny geçirmekligi adatça iki operasiýa bölýärler, birinjisi dolandyryş binaň saýlamagyndan ybarat (TD obýektini saýla-mak), ikinjisi:

TS ulgamlary DP-dan (ДП) TS-iň dürli görnüşlerini geçirmegi üpjün edýär-ler:

- dolandyrylýan binaň ýagdaýy ýa-da haly barada, adresleýin bolup durýär;

- dolandyrylýan parametrleriň çykyşy barada berlen çäkten ýa-da binaň işiniň bozulmasy barada (awtomatiki geçirilýär, duýdurýar döwülme signallary);
- önümçilik prosesiniň kody önümiň hasaby bilen bagly;
- despetçeriň beren TD operasiýasynyň ýerine ýetirilşiniň tassyklanmasy barada;
- TM enjamlaryň we aragatnaşyk kanallaryň ýagdaýy barada (gulluk signalizasiýasy).

TI ulgamlaryň kömegi bilengözegçilik etmek, registrlemek we awtomatika gurnamalara girizmek üçin ýörite datçikler bilen ölçenýän, dürli dolandyrylýan parametrleriň üznüksiz bahalaryny aralyga bermek amala aşyrylýar.

TM kompleks ulgamlary, ýokary agzalan ähli funksiýalaryň funksiýalary ýa-da olaryň dürlisazlaşyklary.

TD-TS ulgamda TS esasan TD önünde üns berilýär, sebäpli ΔP (dol.pult) gelýän informasiýa despetçerden TD bellenen operasiýasynyň çalşyrylmagyny talap edip bilýar.

Ulgamyň TM üýşirilen ýa-da ýaýradylan binalara hyzmat etmek üçin niýetlenen.

Senagat kärhanalaryň EÜ ulgamlarynyň TD we TS ulgamlary

Operatiw usular bilen geçirmekligi komandalaryny indikilere bölýärler:

- jedelleýin, olary geçirmekli zerurlygyň döremegi bilen geçirilýär;

- sikliki (soragynyňky), diňe berlen binaň programmasynyň üýtgemesi boýunça geçirilýär;

- sikliki (geçirmeler), hobar beriji signallar gelýänça birnäçe siklleriň dowamynda geçirilýär;

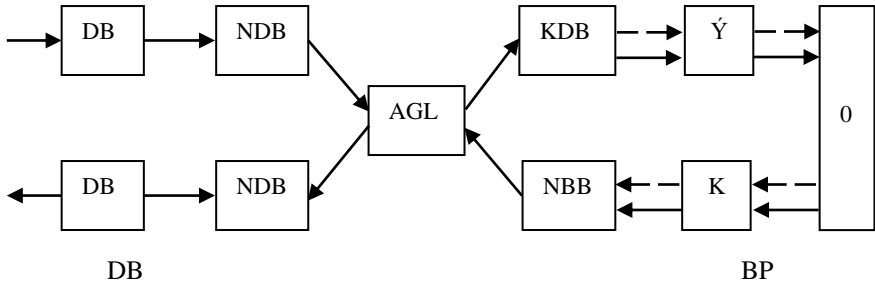
- sirkulýasiýa, TD ähli ýa-da birnäçe binalaryna geçirilýär.

TD-TS ulgamlary hyzmat edýän BP sany boýunça synplara bölünýär:

- üýşürilen binalary bar DT hyzmat edýär (bir DT disk punktly) bir BP (bar punky) hyzmat edýär;

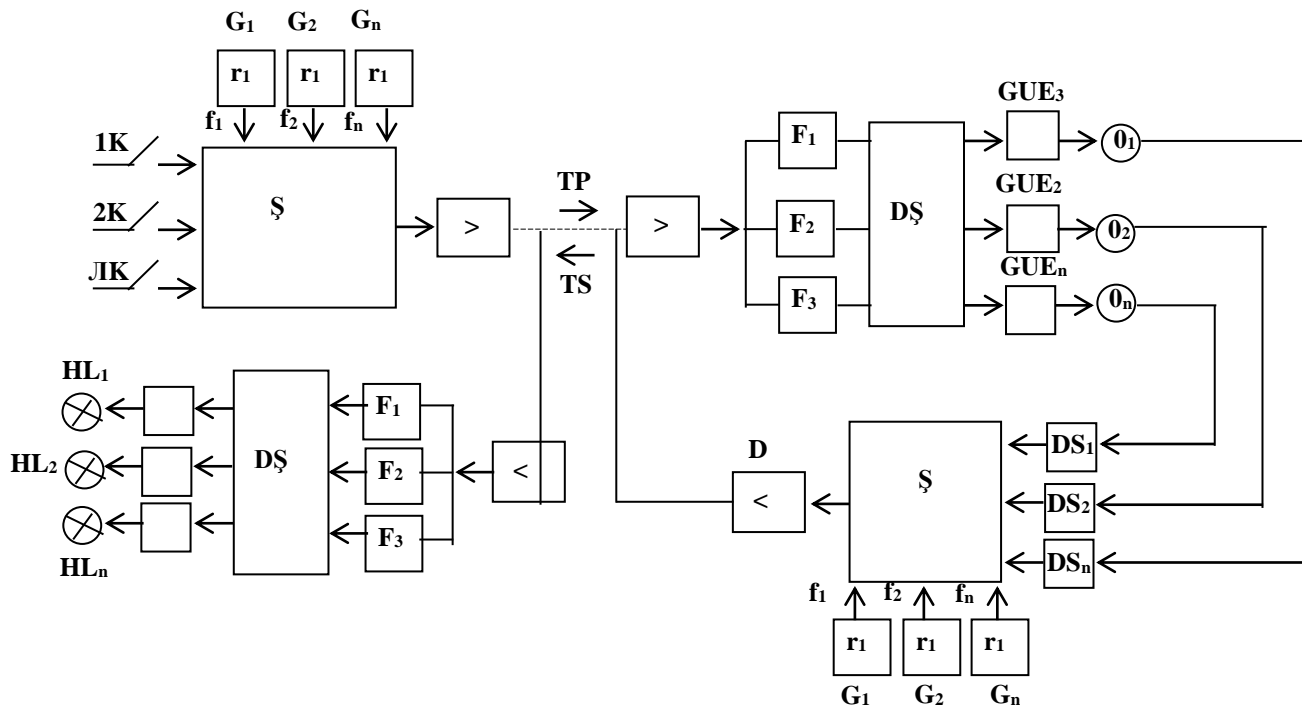
- ýaýran DP hyzmat etmek (bir DP-y n sany BP hyzmat edýär).

Çyz. 5.3.2. sýşen binalaryň TD-TS ulgamynyň gurluş çyzgysy görkezilen, aragatnaşyk kanallary gatyşyk bolup biler.



5.3.1-nji çyzgy.

Bloklar: ý-ýerine ýetiriji, DB- dolandyryş blogy, K- kabul ediji, NBB-niýetlendiriji barlaýjy blogy, KBB- kabul ediji barlaýdyryş blogy, MDB- niýetlendiriji dolandyryjy blogy, KDB- kabul ediji dolandyryş blogy (signal), O- dolandyryş bina.



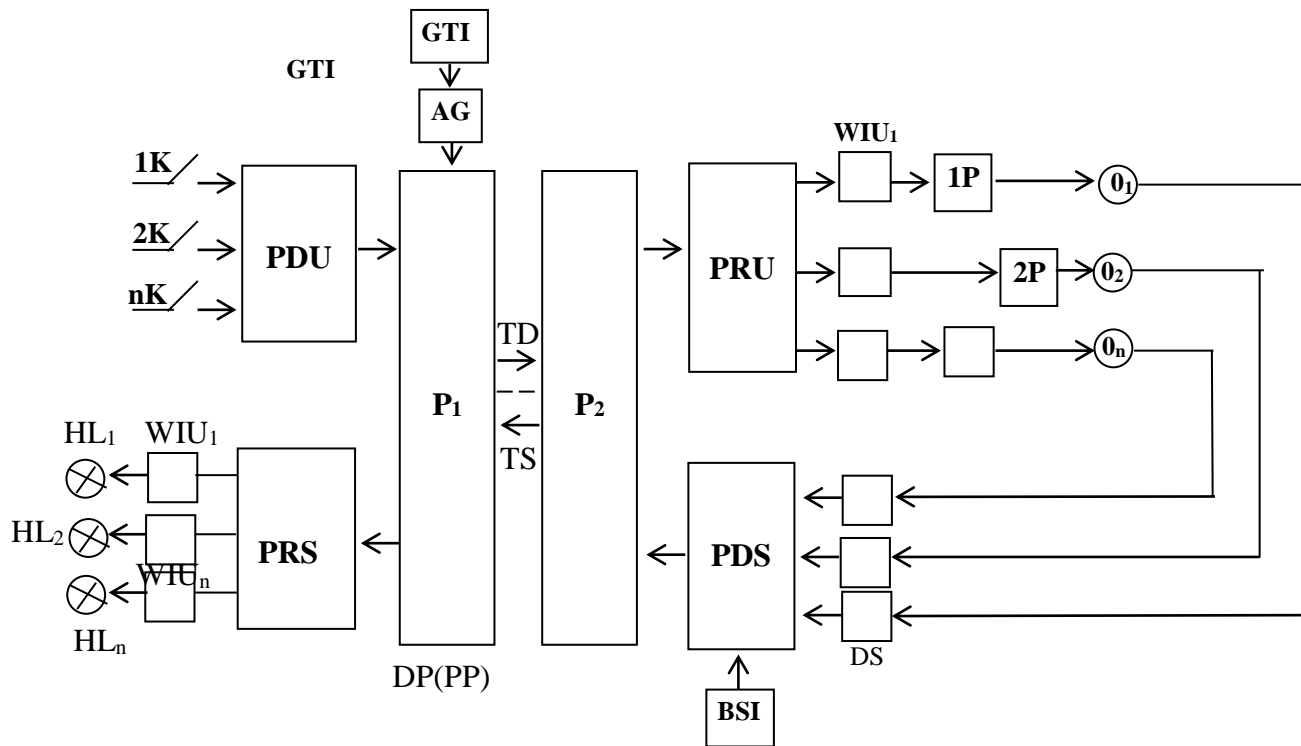
5.3.2-nji çyzgy.

TD-TÇ- ýerine ýetiriji elementleriniň görnüşi boýunça kontakly we kontakсыz (magnit, elementleriň triodlara, integral mikroshemelara -JMS) diýip bolýarlar.

Has giň ulanylşa ýygylaklaýyn, wagtlaýyn we kodlaýyn TD-TS eýe bolalylar.

TD-TS ýygylaklaýyn ulgamlary, signallaryň ýygylaklaýyn bölüjileri we olaryň filtrleri.

DP (DP).Cyz (5.3.2).GUE-giriş ulanylýan enjam. DS-signal datçigi.D-TS wagtlaýyn ulgamlary. Signallaryň wagtlaýyn bölünmesi bolan ulgamlarynyň hereket ediş prinsipi sinhron aragatnaşyk kanallaryny individual komanda we signal seplerine DP we DP-de bölüjileriň, degişli seplei awtomatika öçürijileriň kömegi bilen gezekli-gezegine birikdilyärler. (5.3.3) cyzgyda TD-TS wagtlaýyn ulgamyň gurluş cyzgysy getirilen. GTI impulsalaryň taktlarynyň generatory. AG-awtomatika goýberiş blogy, P1-Pn paýlaýjylar, BSI-sinhronlaşdyryjy (bloklaryň) impulsalaryň blogy, 1P....nP dolandyryş relesi.



5.3.3-nji çyzgy.

GTI-10-150Hz ýygylklarda işleýär.

Signallaryň wagtlaýyn bölýär TD-TS ulgamlary üýşen binalary üçin giňden ulanylýarlar, bu bolsa senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiligi ulgamlary üçin häsiýetlidir.

TD-TS kodlaýyn ulgamlary. Bular ýaly ulgamlaryň esasyna wagtlaýyn ulgamlar goýlan, ýygylklaryň prinsipi DT saýlananda we AL işläp bejermek üçin ulanylýar. TD-TS bloklaryň wagtlaýyn ulgamlaryň has ýokary näsazlyga durnuklylygy, aragatnaşyk bloklaryň gowy ulanylşy, köpçülikleýin önümçiligiň maglumatynyň uly mümkinçiligi bar.

Sanly ulgamlarda (sifri) maglumaty geçirmek tizligi taktlaýyn ýygyllygy öçürüp ýakmak we aragatnaşyk kanaly esasan ýygyllyk çyzygy bilen çäklen-dirmek arkaly uly aralatlarda üýtgeýär. TM sanly gurnamalary telegraf we telefon kanaly boýunça işläp bilýär. DT-TS kodlaýyn ulgamlar üçin maglumatyň geçirilişiniň ynamlylygyny ýokarlandyrmak üçin dürli gorag serişdelerini ulanýarlar (programmanyň üýtgemesi boýunça sorag, TS kadlaryny näsazlyklar-dan goramak, has habaryň ikileýin geçirilişi, ters kanalyň ulanylşy we ş.m.). TD-niň her habarynyň geçiriliş wagtynda öz zalgysy we teksti bar. TS üçin köp kanal boýunça wagtlaýyn bölünşikli geçýän signallaryň topary üçin diňe bir adresi bolup biler. Kodlaryň salgy bölegi DP-niň salgysyndan habaryň iberilişi ýada niýetle-nişinden, programmanyň nomerinden, habaryň kesgitli görnüşinden, her habaryň tekstinden durup biler. Tekst signallaryň TS iki pozisiýaly toparyny saklap biler.

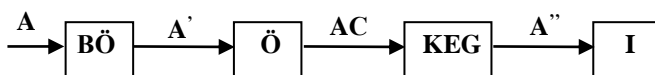
TD-TS sanly ulgamlary gurmaýyň umumy prinsipleri TJ köp kanally sanly (kodoimpuls) ulgamlary gurmak prinsipine golaýdyr.

5.4. Senagat kärhanalaryň EÜU, TÖ ulgamlary

Teleölçeg bu TM serideleri we usullaryň üsti bilen barlanylýan ýa-da dolan-dyrylýan binalaryň ölçeg parametrleriniň bahalary barada maglumat almakdyr.

Çagyryş boýunça TÖ-bu DP, BP iberilýän buýruk boýubça TÖ.

Saýlaw boýunça TÖ-bu BP-a geçiriji gurnamalaryň hemişelik birikdirilişinde degişli kabul edijileriň we abzallaryň DP gurnamalaryna birindirmek arkaly TÖ.



5.4.1-nji çyzygy. TÖ ulgamlarynyň gurluş çyzygysy.

BÖ – birinji özgerdiji.

Ö – özgerdeji

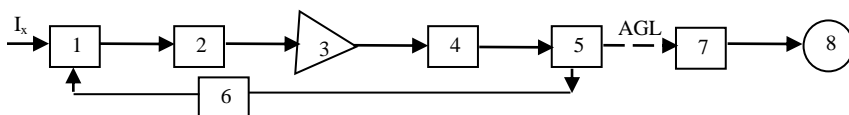
KEG – kabul ediji gurnama.

I – akys abzal

26.205-83 GOST bilen degişlilikde TÖ tokykyk synplary 0.15; 0.25; 0.4; 0.6; 1.0; 2.5: naprýeženiýeniň gysarmalary + 10+15 %.

Parametri boýunça klassifikasiýa toklaýyn ulgamlar (ölçeg parametrleri togy özgerýärler), naprýeženiýe ulgamlary; ýygylyk ulgamlary; wagt ulgamlary; san ulgamlary. TM ulgamyň geçiriji gurnamasynyň äykys signalynyň parametrleriniň we ölçeg parametrleriniň baglylyk häsiýetnamasyna görä analaglaýyna we diskrede bolýarlar. Abatnaşyk kanallary ulanyş häsiýete görä TÖ ulgamlary bir we köpkanallylara bölýärler. Senagat EÜ ulgamlarynda TÖ analaglaýyn ulgamlaryndan köplenç ýygylyklaýyn ulgamlary, disketlerden – kodoimpuls ulgamlary ulanýarlar (gowy topary bar).

TÖ ýygylýk-impuls ulgamlary ölçenilýän parametr toguň impuls hemişeligine özgerýär, olaryň ýygylýgy ölçege parametrine baglydyr.

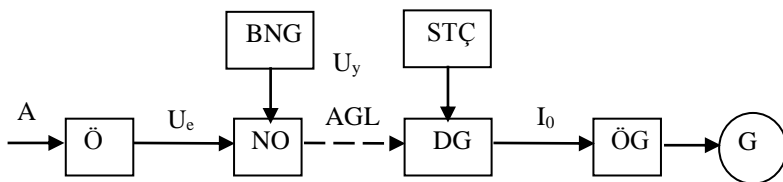


5.4.1-nji çyzgy.

- 1 – hemişelik toguň datçigi.
- 2 - hemişelik toguň üýtgeýşne özgerdiji.
- 3 - hemişelik toguň güýçlendirijisi.
- 4 - göneldiji.
- 5 – hemişelik impulslaryň ýygylýgyna özgerdiji.
- 6 – ters aragatnaşyk.
- 7 – kabul ediji.
- 8 – çykyş obzal.

Düzgün bolşy TÖ ulgamlaryň ýygylýk gurnamalarynyň kabul edijileri hökmünde elektroýygylýk ölçeýjileri, ýygylýk-modulirlleme signallary naprye-ženiye ýa-da toga özgerdijiler ulanylýarlar. TÖ ýygylýk-impuls ulgamlarynyň gowy topary, çykyş obzalyň görkezmeleriniň AL parametrleriniň üýtgemesine garaşsyzlygy we onuň köp sapar ulanarlyklygydyr. Häzirki zaman ýygylýk impuls gurnamalary toguň göniburçly impulslaryny ulanýarlar.

TÖ wagt impulslaýyn ulgamlaryny ölçege parametrleri hemişelik toguň impulslaryna özgerýärler, olaryň dowamlylygy we ýerleşiş ölçenilýän parametrleriň bahalaryna baglydyr. Birinji ýagdaýda wagtlaýyn ulgamlary giňişlik impulslaýyn, ikinji ýagdaýda gazoimpulslaýyn diýip atlandyrylýar, birinjileri has giň ulanýarlar.



5.4.2-nji çyzgy.

Ö – özgerdiji;

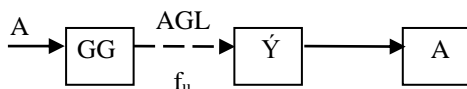
N - nul

BNG- şekilli generatoryň işläp çykarýan U_y kadalaşan naprýeženiýesi bilen U_e ekwiwalent naprýeženiýeniň üznüksiz deňeşdirmesini geçirýär.

Ölçenilýän parametrleriň kodaimpuls TJ ulgamlary impulsalaryň (kodyň) kesgitli kombinasiýalar görnüşinde geçirýärler, sanimpuls metodyndan ösüşi ýaly döredýärler, şol bir maglumaty impulsalaryň az sany bilen geçirmegi mümkin edýär, bu bolsa çaltlygyny ulaldýar we geçirilýän ýyglylyklaryň çyzygyny döredýär. Gowy toparlary: näsazlyga uly durnuklylyk; uly takyklyk 0.1% golaý (beýlekiler 0.5+1.5 %); aragatnaşyk bahallaryny gowy ulanýar; maglumatlary san görnüşinde almak, bu bolsa çylşyrymly özgerdijisiz EHM we gaýtadan işleýän enjamlary oturtmana mümkinçilik berýär. Giňişlikleýin kadalama usuly naprýeženiýe wagtlaýyn interwal san kody; naprýeženiýe faza wagtlaýyn interwal sany kody; naprýeženiýe sandaky ýyglylyk .

TI ýyglylyk ulgamlary öç ululygyna baglylykda aragatnaşyk liniýasy boýunça geçirilýän üýtgeýän toguň ýyglylygyny üýtgedýär, dolandyrylýan parametriň modurlirlemesine esaslanan. Ulgamyň esasy aýratynlyklary: ýyglylyk analoglaýyn; aragatnaşyk kanaly boýunça signalyň ýyglylygy bozulmaýar; geçiriş radiokanallar we aragatnaşyk

kanallaryň simleri boýunça amala aşyrylýar; ýygylýk signaly uly takyklyk bilen kadlaýar.



5.4.3-nji çyzgy. Ýygylýk TI gurluş çyzgysy.

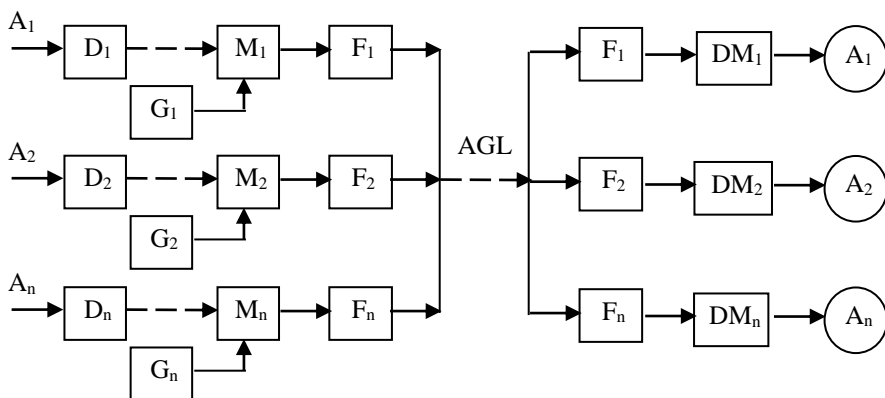
GG – geçiriji (ulgom) abzal.

Ý – ýygylýk ölçeýji

A – çykyş abzal.

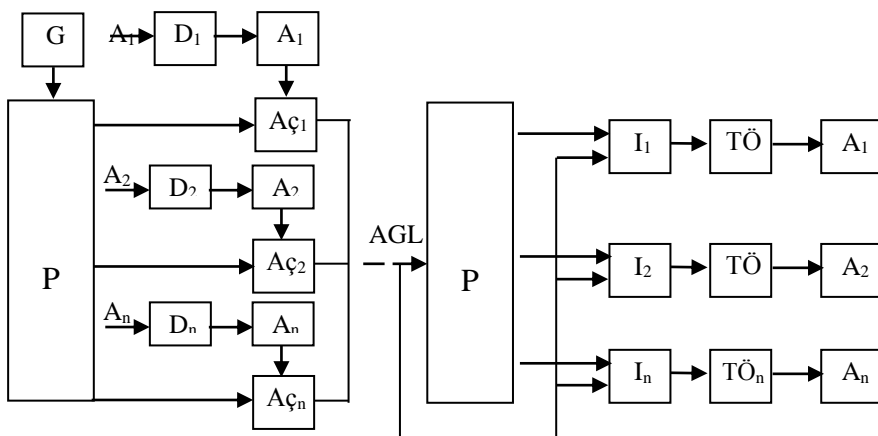
Ulanylýar ýygylýklar: pes ýygylýklar $0 \div 300$ Hz we >300 Hz.

Köp kanally TI ulgamlary



5.4.4-nji çyzgy. Signallaryň hemişelik paýlanşykly köpkanally TI (TÖ) ulgamy.

D- datçikler.
M- modulýatorlar.
G- generatorlar.
F- filtrler.
DM- demodulýatorlar
A- çykyş abzal



5.4.5-njy çyzgy. Signallaryň wagtlaýyn bölünişikli TI (TÖ) köpkanally ulgamlary.

D-birlenji özgerdiji (datçik).
Aç- açarlar.
P-paýlaýjy
I-gabat geliş çyzgylary
G-generator
TÖ-ters özgerdiji (signaly togy)
A- çykyş obzal.

Addatiw TÖ, olarda dolandyrylýan binalaryň ýagdaýyna, daşky şertlere, giriş signallaryň häsiýetnamalarynyň üýtgemesine baglylykda maglumatyň ýygnaýy, işlenip

bejerilişi we geçirilişi, awtomatika üýtgedilen, olar TÖ ulgamlaryň ýokary basgançagynda durýarlar.

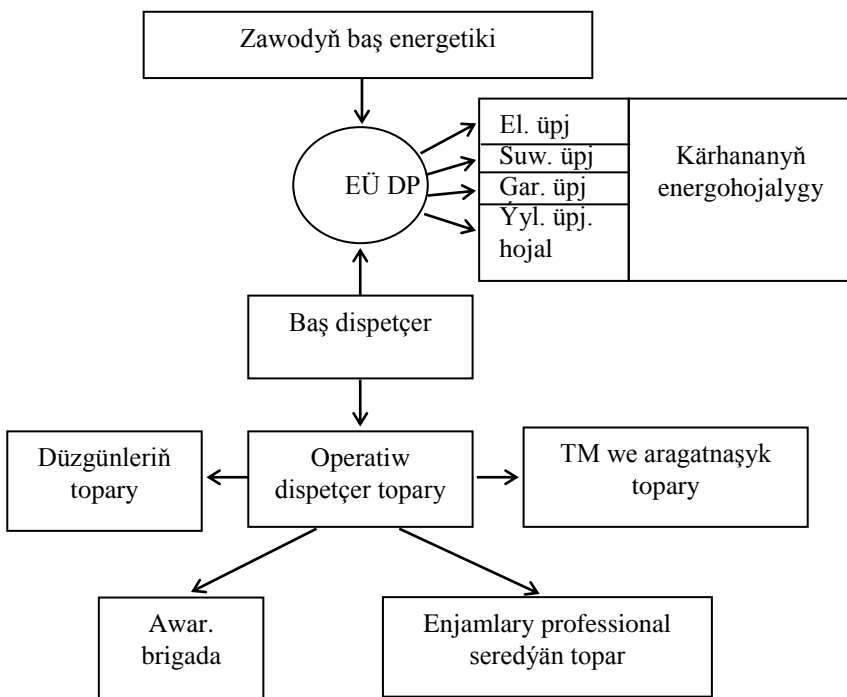
5.5. Operativ dolandyryş ulgamlary we senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiligini dispetçer dolandyrmagyň awtomatika ulgamlary. ODU we DDAU gurmagyň prinsipleri

Operativ dolandyryş ulgamlary (ODU) we energoüpjünçiligi dispetçer dolandyrmagyň awtomatizirleneň ulgamlary (DDAU) merkezi dolandyryş ulgamlaryň bir klassyna baglylykda, olaryň esasy niýetleneşi seh kärhananyň energetiki hojalygynyň işini operativ dolandyrmak we hemişelik awtomatika barlag.

Senagat kärhananyň energetika hojalygyny merkezi dolandyryş ulgamynyň gurluş çyzgysy indiki faktorlary hasaba almak bilen saýlanýar:

- hojalygyň merkezi dolandyryş ulgamyny alýan masştaba;
- energetika hojalyga girýän aýratyn gurnamalaryň we düwünleriň aýratyn-lyklarynyň we arabaglanyşyklarynyň tehnologiýasyna;
- umumylykda kärhananyň we onuň energohojalygynyň administrativ hojalyk düzümine;
- dolandyrylan energetika binalaryň we DP bellenen özara ýerleşisi;
- dispetçer binalarynyň (TM) hyzmat edilişiniň amatlylygyny we operativ dolandyrylyşyň mümkinçiliklerini maksimal üpjün etmek;
- dolandyrylýan binalar bilen ygtybarly we amatly aragatnaşyk şertlerine.

EÜ senagat ulgamlarynda köplenç birbaşgançakly we köpbasgançakly ODU ýa-da DDAU göz önünde tutýarlar.



5.5.1-nji çyzgy. Senagat kärhanalarynyň EÜ merkezi dolandyrylyşynyň birbasgançakly çyzgysy.

Aýratyn ýagdaýlarda ýerli dispetçer punktlara (ÝDP) göýberiş w dispetçer degişli çyzgysy üçbasgançakla öwrülýär.

Senagat kärhanalarynyň energoüpjüçiliginiň ADU ýa-da DDAU çäklerinde energoharçlanyşyň awtomatizirlenen hasabt indiki meseleleri çörmäge mümkinçilik berýär: barlagy guramakdan (limitleri); önümçilik proseslerini operatiw dolandyrmak; kärhananyň hasabat energobolanslarynyň baklagy we düzülişi; energoresurslaryň harçlanylyşynyň ulmy esasy normalaryny girizmek we işpäp bejermek; energetiki düzüjileriň analizi we hasabyny planlaşdyrmak dürli görnüşli

önümleriň bahasynyň analizi we hasabyny ýükleriň maglumatlaşdyrmasy we planlaşdyrmasy.

Awtomatiki diýip ölçenilýär informasiýanyň alnyşy, geçirilişi, işlenip bejerilişi we awtomatika geçýän sygnaýy, algitmleriň we programmalaryň ýumuşy bolsa adam tarapyndan ýerine ýetirilýän hasaba aýdylýar.

Elektroenergiýanyň hasaplama (kommersiýa) we tehnika (barlag) hasaby bar. Hasabyň awtomatizirlenen ulgamynda EHM ulanylmagy bu ulgamlaryň mümkinçiliklerini diýseň giňeldýär.

Merkezi dolandyryşy bolan TM ulgamlary bolan häzirkî zaman awtomatizirlenen energohojalyklarda, dispetçer gullugynyň borjuna şular girýärler:

- ulgamyň aýratyň uçastoklary üçin garaşylýän energiýanyň hasaby:

- EÜ ulgamynyň işini dolandyrmak;
- dürli energetiki parametrleri sazlamak mysal üçin, temperaturanyň derejesi we ş.m.;
- awariýalary aradan aýyrmak. remont, rewiziýa, rekonstruksiýa, bejeriş üçin enjamlaryň durmagynyň gezeleşme we meýilnamalaýyn dowamlylygyny kesgitlemäge gatnaşmak;
- materiallary taýynlamak we awariýalaryň sebäpleriniň analizine gatnaşmak.

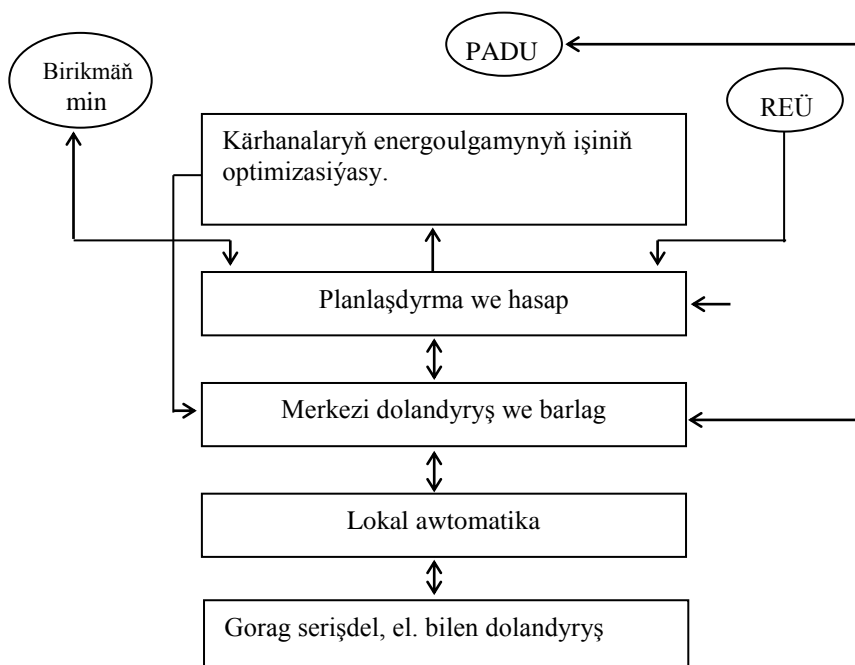
Ýokarada agzalan meseleleri çörmek üçin şulary amala aşyrmaga rugsat berýän tehnika serişdeler we işçi topar taýyn bolmaly: merkezi dolandyryş we operatiw dolandyryş; awariýalaryň aradan aýrylmagy; TH gurnamalarynyň ýagdaýyna seretmek; EÜ ulgamlarynyň iş dürgünlerini durnuklaşdyrmak we barlag etmek üçin materiallary taýýarlamak; hyzmat ediji işçi topar bilen nobatçy dispetçer işçi toparyň arasyndaky ygtybarly aragatnaşyk. Dispetçer gullugynyň adam sany EÜ ulgamlarynyň ölçegine bagly. TM hyzmat edýän gurnamalar, TM toparynyň personaly TM

gurnamalarynyň işi we ýagdaýynyň üstünde sistematiği barlag edýärler; gurnamalaryň normal däl işleýşini bilmek we näsazlyklary aýyrmak üçin çäreler goryärler; grafik bilen baglylykda derejeşli TM gurnamalarynyň barlagyny geçirýär; TM serişdeleriniň ulanylyşynyň effektiwligini we ygtybarlygyny ýokarlandyrmaga gönükdirilen çäreler geçirýär; energetiki sehler bilen bilelikde TM täze raýonlarynyň projektirlemesine tehnika ýunuş düzýär we ýerine ýetirilen projeklere seredýär, täze TM serişdeleriniň kabul edilişine we sazlanýşyna gatnaşýar; tehnologok we hasabat dokumentasiýasyny ýöredýär; hyzmat edýän we operatiw üçin görkezmeler düzýär; TM ekspluatasiýa gurnamalaryň tejribesini umumylaşdyrýar, TM oturdylyan böleginde TED we HT ýerine ýetirilişine gözegçilik edýär.

5.6. Senagat kärhanalaryň EÜ ADU. DDAU matematika we guramaçylyk üpjünçiligi

Tehnologiýany dolandyrmagyň meseleleri bilen bilelikde DDAU-da şeýle-de meýilnama görkezijileri, dürli tehnika-ykdysady hasaplamalary, energetika balanslary düzmegi üçin talap edilýän maglumatyň we işläp bejerilişi bilen bagly meseleleri çözülýär. Onda meseleleri çözmek bilen bir hatarda, TPADU üçin adaty zat bolup durýar DPAU-a şeýle hem ÖÄDU, ADU mahsus bolan käbir funksiýalary ýerine ýatirmek, administratiw-guramaçylyk soraglary umumylaşyp çözülmegi we integrirlenen ýa-da guramaçylyk tehnologik diýilip atlandyrylýan tehnologik prosesleri gönüden-göni dolandyrmak üstüne ýüklenýär, EÜADU öz ýerine ýetirýän funksiýalary boýunça GTADU bolup durýar, EÜADU aýratyn meselesi hökmünde tehnologik serişdeleriň we meýilnama üpjünçiligiň üsti bilen çözülen, olaryň çözülişi netijesinde seriýalaýyn hasabat dokumenti hyzmat ediji işçi toparlary bir, bir görnüşli ýa-da seriýa habarlaryň, bir, bir görnüşli ýa-da seriýa buýrukларыň formirlenmekde operasiýasyna düşinilýän

EÜADU aýratyn funksiýasy diýip birmeñzeş dolandyryş kriteriýalary we çäklendirmeleri bilen birigen we umumy dolandyryş maksadyna gönükdirilen meseleleriň umumylygyna aýdylýar. EÜADU ulgam, ol özbaşdak dolandyryş maksady bolan we umumy maksady bolan ähli düzgünlere girýän awtomatlylyk; içki we daşky aragatna-şyklaryň barlygy; iýerarhiýa boýunça ýokary süýşende maglumatyň dykyzlanmagy bilen häsiýetlendirilýär. Dolandyryş ulgamynyň böleklenilmegi şeýle hem dekompozisiýa diýip atlandyrylýar. Dolandyryş ulgamynyň gurluşynyň optimizasiýasyny kesgitlemek – her bir anyk ýagdaýda ulgam işlenip düzülende emele gelýän wajyp meseleleriň biridir çyzgyda funksional boýunça gurlan EÜADU gurluş getirilen.



5.6.1-nji çyzgy.

Ulgam kärhananyň ähli energo-hojalyk kompleksiniň üstünden dolandyryşy amala aşyrýar: elektrik üpjünjiligi, suw üpjünjiligi, gaz üpjünjiligi; howa üpjünjiligi, ýylylyk gurnamalary. Energetika hojalygyň dispetçer dolandyryş ulgamy EÜADU çäklerinde informasiva dolandyryş düzgünleri bolup durýar (iýerarhiýanyň 2-nji derejesi). Bu düzgüniň funksiýalaryna şular girýärler: ulgamlarynyň yzyndan hemişelik awtomatika barlag, enjamlaryň iş düzgziniň üstünde hemişelik awtomatika barlag; esasy kommutasiýa enjamlaryň ýagdaýy; tehnologik maglumaty işläp bejermek, onuň saklanyşy, amal edilişi we EÜADU beýleki ulgamlaryna geçirmek; tehnologik prosesiniň operatiw tehniki-ykdysady we ekspluatasiýa görkezijileriniň hasaby; enjamyň ýagdaýyny we tehnologik prosesiniň diagnostikasy we maglumatlaşdyrylmasy. EÜADU birinji we ikinji bazalaýyn derejeleri aýratyň gurnamalaryň, şeýle-de lokal awtomatikanyň elekto bilen dolandyryjyň we galan düzgünlerini eýeleýärleler.

EÜADU durnuklan derejesini hasaba alyş-hasaplama ulgamy eýeleýär, onuň maksady: balanslary düzmek; elektro energiýanyň hiliniň barlagy; elektroenergiýanyň komersiýa we tehnologik hasabynyň awromatikasy, önümleriň birli görnüşlerine elektroenergiýanyň udel harçlanyşynyň hasaplamasy; koeffisiýenti kesgitlemek, EÜADU indiki derejesine we PADU maglumatyň bölegini geçirmek we işläp bejermek.

EÜADU başinji derejesi – optimirlenýän dolandyryşyň düzgzni. Onuň esasy funksiýasy bolup EÜ senagat ulgamlarynda tehnologik prosesleriniň optimizasiýasynyň üpjün etmek bolup durýar. Elektro harç edilişiniň optimizasiýa düzgüni EÜ optimizasiýa bilen baglydyr. EÜADU elektro harç edilşiniň hiliniň barlygynyň her TP-iň ADU-sy ýaly PADU-nyň aşaky derejesi bolup durýar, ol onuň gurluş podsistemasynyň biri bolup durýar. PADU-daň EÜADU esasy önümçilik ýumuşlary alýar we bu ýumuşlaryň kriteriýalary PADU ugrukdurýar. PADU düzgznlr hökmünde TPADU tarapyndan

ýerine ýetirilen ykdysady-maglumat funksiýalaryndan bolan effekti häzirk wagtda 20÷50 % (ulgamyň masştabyna baglylykda) we kämilleşdiriş derejesine görä ulanar.

Maglumat düzgüni ADU-nyň ähli gurluş bölümlerini gerekli maglumat bilen talap edilýan wagtda we ulanyş üçin amatly formada üpjün edýär. Maglumat üpjünçilik (MÜ) diýip unifirsirlenen ulgamlaryň we maglumat massiwleriniň, tehniki ykdysady maglumat kadalaşsynyň ýeketäk ulgamynyň umumylygyna aýdylýar. Maglumat massiwler maglumat saklamaga niýetlenen we islendik EÜADU-nyň IÜ-niň esasyňy düzýär. EÜADU gatnaşykda ähli maglumat massiwleri giriş, çykyş we içki massiwlere bolýarlar.

Matematika üpjünçiligiň ADU-nyň özi awtomatik maglumaty, algoritmleriniň ulgamydyr. Algoritmika üpjünçilik öz içine ADU-nyň umumy algoritmen funksiýasynyň we real aýratyn funksiýalaryň algoritmleriniň suratlandyrmasyňy alyar.

Programma üpjünçiligi funksanirleme algoritmlerine amala aşynýarlar we öz gezeginde EHM-iň effektiv işlemesini we goşmaça programmalaryň işlenişini üpjün edýan standart (içki) programmalardan duçar, goşmaça (daşky) programmalardan gerek bolan meseleleri maşynda has sada we amatly usul bilen çözmeklige mümkinçilik berýär. Ýörite MÜ diýip EÜADU-da dolandyryş meseleleri çözülen de bu usullary amal edýan programmalardan, matematika we logika usullaryň umumylygyna aýdylýar.

Ýörite MU-niň esasyňy dolandyryjy programma we dispetçer programmasyňy düzýan, onuň gowy taraplarynyň öşen ulgamy bar, oňa degişlilikde meseleleriň degişli tertibi kesgitleýar. EÜADU-nyň ýörite MÜ-niň we beýleki programmalary-tehniki kontrolyň we energiýa hojalygy dolandyrmagyň alaritmelerini şeýle hem maglumat massiwleri, energiýa hojalyk boýunça bazasyny we beýleki goşmaça meseleleri formirleýan algoritmleri amal edýan programmalaryň kompleksidir.

EÜADU-nyň hyzmat ediji persanalynyň hereketi ulgamyň guramasylyk üpjünçilik kesgitlenýät. Düzgüniň guramaçylyk üpjünçiligi funksiýalaryň, maglumatlaryň EÜADU-ň tehnika we guramaşylyk gurluşyny suratlandyryşyny we çyzyglaryny dürli düzgünlerde we şertlerde onuň işine çäklendirýän hyzmat ediji personalyň gurallarynyň kompleksini; tehniki gurnamalaryň iş düzgünleriniň we ş.m. suratlandyrylany öz içine alýar.

ADU-ň tehnika üpjünçilik düzgüniň maglumaty ýygnamagy, formirlemegi, geçirmegi, işläp bejermegi, saklamagy we amal etmegi üpjün edýän tehnika serişdeleriň kompleksidir. Tehniki üpjünçiligi şeýle hem lokal awtomatiki gurnamalar (sazlaýjylar, buýruk beriji apparatlar, buýruk signallary özgerdiji güýçlendirijiler we başgalar) we ýerine ýetiriji gurnamalar degişli. EÜADU-da ulanylýan tehniki serişdeleri merkezi kompleksi diýip bolýarlar. Merkezi kompleks adatça ýörite hasaplaýjy apparatlarda we TM tehnikasynnda ýa-da kärhananyň hasaplaýyş merkezinde ýerleşdirilýär. Periferiýnyň kompleksi bu jaýlaryň daşynda ýetleşdirilýär. EÜADU-ň (KTS-iň) gurluşynyň warianty saýlananda kompleksiniň ulgamlaryň häsiýetnamalaryň umumylaşdyryşyny göz önünde tutýarlar: tygşylylyk (effektiwlik, bahasy), tehnologiýa laýkl (tertiplilik), akymlylyk reaktiwlik (öz wagtylylyk), ýalňyşsyzlyk (takyklyk), ýaşaýjylyk (ýaşayşa ukyplylyk, durnuklylyk), çepelik (ADU ösüş prosesinde (KTÇ-iň) konfi-gurasiýasynyň giňişlik giňelmegi we funksionirlemegiň ýönekeýligi), awtomatlylyk (bölüp çykaryjylyk) – ADU-nyň her aýry podsystemasynyň (KTÇ-iň) funksionirlemeginiň özbaşdaklygynyň mümkinçiligi; garyşyklyk (merkezi ymtylyş, konsentraziýa); lokallık (merkeze ymtylyş, demerkezleşme) – lokal EHM-lerde.

5.7. Elektrik energiýanyň hilini gowlandyrmagyň usullary we ýollary

Elektrik üpýünçiliginiň ulgamyndaky ýygylgyň üýtgemesi aktiw kuwwatyň ýetmezligi sebäpli bolýar. Ýygylgyň sazlamasy ähli energiýa ulgamynda bir wagtyň özünde goşmaça kuwwaty generirleýjileri girizmek ýoly bilen we awtomatika ýygylgyk ýygylgyk peseldijileriň kömegi bilen az jogabkär ulanyjylaryň öçürilmegiň esasynda amala aşyrylýar.

Birleşme nokadynda gysga utgaşma kuwwatyny ýokarlandyрма ýygylgyň tolkunyny peseldýär. Eger bu gerekli netije bermese, onda çalt üýtgeýän ýüklenmeleri aýry taransformatorlardan iýmitlendirilýär ýa-da taransformatoryň sarymlarynyň aýratyn şahalaryndan iýmitlenýär.

2. Naprýeženiýeniň üýtgewi we tolkunyny peseltmek.

Ýokary hilli naprýeženiýe bilen etmek üçin şular ýaly çäreleri geçirmeli:

- a) transformatorlaryň transasiýa koeffisiýenti üýtgewi göz önünde tutmaly, käbir halatlarda transformasiýa koeffisiýenti üýtgedip bolar ýaly edip almaly;
- b) transformatoryň transformasiýa koeffisiýenti iş üstünde üýtgedip bolar ýaly enjamlary ornaşdyrmaly;
- c) liniýa naprýeženiýeni, liýa siminiň ýogynlygyny alanyňda naprýeženiýe üýtgewini göz önünde tutmaly.
- d) generatoryň naprýeženiýeni sazlama;
- e) woltgoşmaça transforlaryň naprýeženiýeny sazlama;
- ä) liniýa sazlaýjy-transformatorlaryň naprýeženiýeni sazlama;
- f) induksion-sazlaýjy ýa-da potensial-sazlaýjy ulanma;
- g) kontaktyly däl awtomatiki sazlaýjy ulanmak;
- h) boýlaý kompensirleýji gurnamany ulanmak;
- i) iki sarym reaktoryny ulanmak.

Ýokarda agzalan talaplary ýerne ýetirmek hem sazlamak maksady bilen transformatorlar ýasalan wagtynda transformasiýa koeffisiýenti üýtgedip durar ýaly edip goýberýärler. Häzirki zaman örän kuwwatly transformatorda üýtgewi 16 % ýetýär. Köplenç transformasiýa koeffisiýenti ± 5 % üýtgetmek ýeterlik bolýar, şonda 2,5 % basgançak bilen azaldyp ýa-da köpeldip bolýar.

Iki we üç transformatorlaryň naprýaženiýany sazlama

5.7.1-nji tablisa

Naprýaženiýe kW	Transformatoryň kuwwaty, kWA	Sazlama çägi	Transformatoryň sarymy
1	2	3	4
6;10	250-630	$\pm 2 \times 2,5\%$	ÝN
6;10	1000-6300	$\pm 8 \times 1,25\%$	ÝN
20;35	1000-6300	$\pm 6 \times 1,5\%$	ÝN
35	10000-63000	$\pm 8 \times 1,5\%$	ÝN
110	2500	$+10 \times 1,5\%$ we $-8 \times$	ÝN
110	6300 we ýokary	1,5%	ÝN
220	3200-250000	$\pm 9 \times 1,78\%$	ÝN
		$\pm 8 \times 1,5\%$	

Naprýaženiýä tolkunyny azaltmak üçin çalt üýtgewli ýükleriň liniýasyny aýry etmekdir. Bu ýagdaýda şeýle amala aşyrylýar:

- kuwwatly urguly ýüke özbaşdak transformator bekitmekdir;
 - urguly ýükleri goşalanan reaktora dakmakdyr;
 - şeýle ýükler üçin bölünen sargyly transformator ulanmakdyr.
3. Simmetrik däl naprýeženiýäni peseltmegiň usullary we serişdeleri.

Simmetrik däl meseläni çözmekde ilkinji nobatda, düýpli hajatlary, şeýle-de ulgamda ornaşdyrylan serişdeleri talap etmeýän, usullary ulanmaklyk gerekdir.

Simmetrik dälligiň has yönkeý we täsirli usuly bolup durýar: bir fazaly ýüklenmeleri fazalar boýunça deňölçegli paýlamak, simmetrik däl ýüklenmeleri G.U.uly kuwwatlykly setleriň meýdanynda gaýtadan ulaşdyrmak ýa-da GU kuwwatlyklarynyň ulaldylmagy, uly kuwwatlykly simmetrik däl ýüklenmäni aýratyn transformatorlara bölmeklik.

Üýtgemeyän bir fazaly ýüklenmeleriň gaýtadan ulaşmasyna esaslanan, uzak dowamly simmetrik dälligi düzetmeklik üçin, sazlanylmaýan gurulmany ulan-ýarlar. Bir fazaly ýüklenmän simmetriklenmesiniň has giň gerime eýe bolan çyzgyny. Şeýnmetsaň çyzgysy (5.7.1-nji tablisada) bolup durýar, ýagny ýüklenmesiz fazalara reaktorlara we kondensatorly batareýany birleşdirýärler.

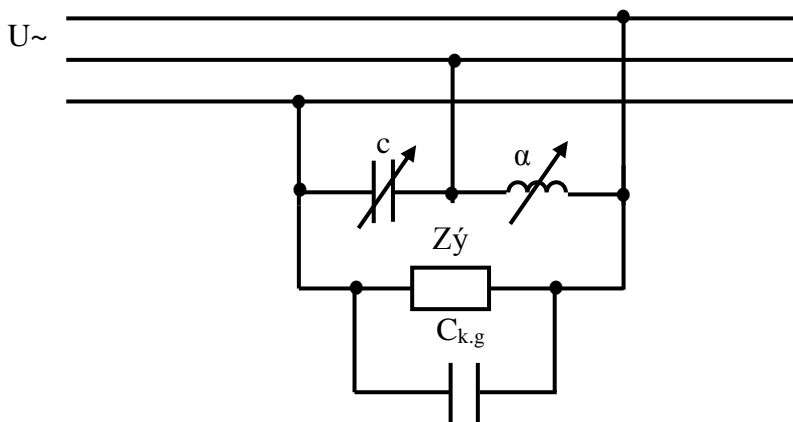
Arassa aktiw ýüklenmede ($Z_{\dot{y}}=R_{\dot{y}}$) doly simmetriklenme reaktoryň Q_{α} we kondensatorly batareýanyň Q_c kuwwatlyklarynyň deňliginde orna eýe bolar:

$$Q_{\alpha} = Q_c = P_{\dot{y}} / \sqrt{3} \quad (5.7.1)$$

bu ýerde: $P_{\dot{y}}$ -ýüklenmäniň aktiw kuwwaty.

Eger ýüklenme reaktiw düzüjilige eýe bolsa, onda oňa paralellikde kondensatorly batareýany çatýarlar.

Haçanda iýmitlendiriji setiň simmetrik dälligi gysga wagtlaýyn, tötänleýin häsýeti göterse, ýeterlikli çalt hereketli sazlanylýan simmetriki gurulmany ulanmaklyk gerekdir.



5.7.1-nji çyzgy.

4. Naprýažeyäniň sinusoidal dälligini peseltmegiň usullary we serişdeleri.

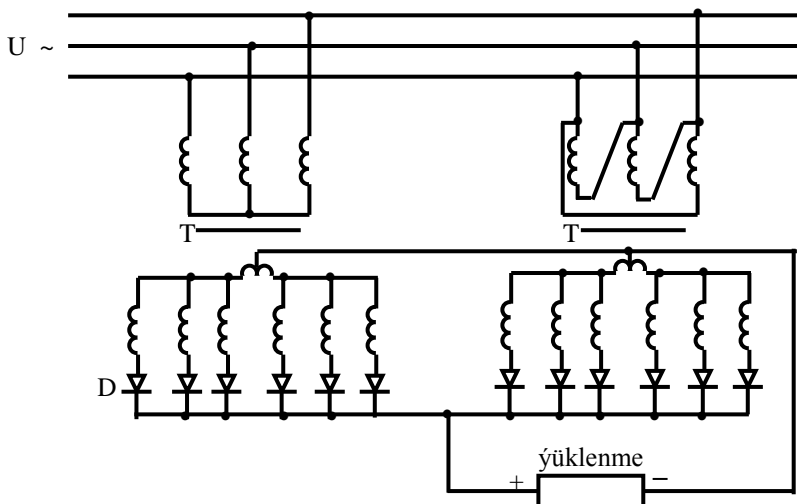
Elektrik üpjünçilik ulgamynda iň ýokary garmonikligiň derejesiniň çäklendirilmesine elektroüpjünçilik çyzgysyny rasional gurmak, göneltmekligiň köp fazaly çyzgysyny we özgerdijiler bilen dolandyrmaklygyň ýörite kanunlaryny ulanmaklyk, rezonansly filterleri ulanmaklyk bilen ýetilýär.

Sinusoidal dälligi peseltmegiň has ýönekeý usuly köp sargyly transformatoryň ýa-da reaktoryň bir sargysyna birikdirilen, şinanyň aýry seksiyasyna liniýasyz ýüklenmeleriň bölünmegi bolup durýar. $K_{s,d}$ ýol bererli ähmiýeti liniýasyz ýüklenmeli şinada diňe dolanşygyň awtomatika ulgamlaryň we ýüklenmeleriň özleriniň ygtybarly işleriniň şertleri bilen kesgitlenilýär. Gapma garşy çüzgüdiň bolmagy hem ahmaldyr: sinusoidal dälligiň ýol bererli derejesinden salgylanyp elektroüpjünçilik ulgamlarynyň dürli düwünleri boýunça liniýasyz ýüklenmeleriň takmynanlaşmasy.

Özgerdiji gurulmalaryň berilen kuwwatlylygynda we belgilenen ululyga $K_{s,d}$ gözegçilik şertinde GU talap edilýän kuwwaty nomogrammalar boýunça kesgitlenilip biliner.

Köpugrli özgerdijiler bilen generirlenýän, iň ýokary garmonikleriň derejelerini peseltmekligiň iň giňden ýaýran usuly, özgerdijileriň fazasynyň sanyny ulaltmaklyk bolup durýar. Naprýeženiýede garmoniki düzüjileriň mukdary parametri m ulalmagy bilen kemelýär, yz ýanyndan bolsa, $K_{s,d}$ ähmiýeti hem kemelýär. Göneldiji fazanyň sanynyň ulalmagyna özgertmäniň gerek bolan köp fazaly ýagdaýyny amala aşyrmaklyga mümkinçilik beriji, sargylary ýörite ýerine ýetirilişi özgerdijileriň transformatorlaryny ulaltmak we hersi fazalaryň az sanly çatgysyna eýe bolan, özgerdijiler toparynyň ekwiwalentli köp fazaly ýagdaýyny döretmeklik bilen ýetilýär.

Fazalarynyň sany ulaldylan transformatorlaryň ulanylmagy biziň ýurdumyzda, dügün boýunça, 12-fazaly çyzgy bilen çäklenýär, daşary ýurtda fazaly 18, 24, 36, 48 sanly transformatorlary ulanýarlar. Ekwiwalenti köp fazaly (12-fazaly) ýagdaýlaryň aglabasynda bir transformatoryň setli sargysyny üç burçlyk beýleki bir transformatoryň ýyldyzyna birleşdirmekde ýeke täk 6-fazaly özgerdijileriň bahasynda amala aşyrylýar (5.7.1 çyzgy).

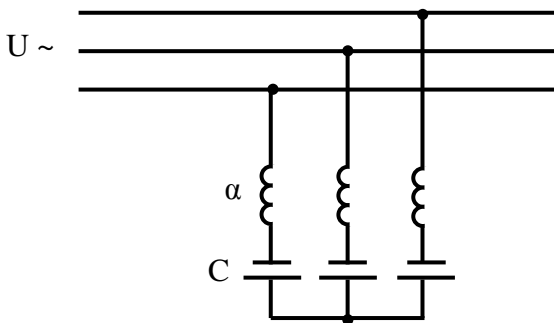


5.7.2-nji çyzgy.

Bu ýagdaýda setli tokda bir-biriniň öwezini özara dolandyryjy, 5-nji we 7-nji garmonikler bolmaz.

Bir ýa-da iki köpürli özgerdijilere, yzygiderli ýa-da paralel birleşdirilen toparlary hasaba alyjy, çylşyrymly özgerdiji gurulmalarda, setli toguň bir ýa-da birnäçe garmonikliginiň basylmasyny üpjün ediji, dolanşygyň ýörite kanunlaryny ulanýarlar. Ýöne iň ýokary garmonikligiň derejesini peseltmekligiň şeýle usuly özgerdiji bilen dolandyrmaklyk ulgamynyň ähmiýetli çylşyrymlaşmasyny talap edýär.

Liniýasyz ýüklenmeli setlerde elektroenergiýaň hili meselesini çözmeklige toplumlaýyn ýakynlaşmada köp funksiýaly gurulmany iň ýokary garmonik güýç rezonansly filterlerini ulanýarlar. Filtriň zwenosy, kesgitli garmonika ýygylýa sazlanan, yzygiderli birleşdirilen induktiwlik we sygym konturyňy özünde saklaýar (5.7.3 çyzgy).



5.7.3-nji çyzgy.

Filter zwenolaryň hataryndan durýar. Filtriň parametrlerini, onuň bogunlary elektrik üpjünçilik ulgamynda ýol berilmeýän, garmonik ýygylýk rezonansyna sazlanar ýaly, sygymlaryň ähmiýeti bolsa esasy ýygylýgyň gerek bolan reaktiw kuwwatlygyň öwezini dolmaga mümkinçilik berer ýaly edip alýarlar.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin 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-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. М., Высшая школа, 2005.
11. Ковалев И. Н. Выбор компенсирующих устройств при проектировании электрических сетей. М., Энергоатомиздат, 1990.
12. Правила устройства электроустановок. М., Энергоатомиздат, 2007.

13. Сосин Э.А., Киреева Э.А. Автоматизация управления промышленным электроснабжением. М., Энергоатомиздат, 1990.
14. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Электроснабжение Т.1 Электрооборудование Т.2 М., Энергоатомиздат, 1986-1987.
15. Фёдоров А. А., Старкова Л. Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. М., Энергоатомиздат, 1987.

Mazmuny

Sözbaşy	7
Giriş	9
I.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiliku lgamlarynyň optimizasiýasy	10
1.1.Dolandyryş bina hökmünde senagat kärhanalaryň energetika hojalygy optimizirleşdirmek	10
1.2.Ulgamlaýyn golaýlama tarapyndan kynçylygyň suratlandyrylyşy	16
1.3.Optimizleşdirmegiň esasy maksatlary we kriteriýalary. Senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamynyň ulgamlaýyn hasaplamasynyň öýkünme görnüşleriniň strukturasy	19
1.4.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçiliginiň optimiz-leşdirmesiniň algoritmleriniň we matematika metodlarynyň klassifikasiýasy. Elektrik sepleriniň hasaplama häsiýetleri we olary optimizleşdirmede ulanylyşy	22
1.5.Elektrik sepleriň hasaplama häsiýetleri we olary optimiz-leşdirmede ulanylyşy	24
1.6.Senagat kärhanalaryň setlerinde kwadrat modeli ulanmak mümkinçiligi. Kwadratlaýyn model çykdaýjylaryň hemişelik we bölekleyin hemişelik dü- zijileriň hasaby	30
II.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamynda kuwwat ýitgileri	34
2.1.Kuwwat ýitgileri boýunça senagat elektrosetleri ekwi-walentirlemek	34
2.2.EPP, PC, TP ýerleşdirilişiniň optimizasiýasy, senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň transformasiýasyny peseltmek	37
2.3.Kärhanalaryň daşky elektrik üpjünçilik çyzgylaryny saýlamak	40
2.4.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik	44

ulgamlarynyň elektposet Meselelerinde çäýe matematika maglumatlaşdyrmaň elementleri. Ulanyjylaryň kompensirleýji gurluşlarynyň ýerleşiş boýunça şol wagtda energoulgamyň ýagdaýyna baha bermek	
2.5.Reaktiw kuwwatlaryň optimizasiýasynyň mümkin bolan wariantlary meýdany. Giriş reaktiw kuwwatlarynyň bir kriterial optimizasiýasynyň programmalary we algoritmleri	50
2.6.Köpkriteriýa optimizasiýa effektiv çözülişini kesgitlemek. Elektrik hasaplamasy we elektrik hereketlendiriji hereketiň üsti bilen kompensirleýji gurnamalaryň saýlawy.	58
2.7.Kompensirleýji reaktiw ýükiň we elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasynyň hasabyna tehnika-ykdysady görkezijileri ýokarlandyrmagyň perspektiwalary	64
III. Bahalary ödemek	69
3.1.Tehnika-ykdysady hasaplamalaryň hasiýetlendirilisi	69
3.2.Öz bahasyny ödemek usulunyň kemçilikleri	71
3.3.Elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň bahasyny ödemekligiň optimizasiýasy	74
4.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasynda matematika materiallaryny ulanmak	75
3.5.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynyň optimizasiýasynda approksileme we interpolirleme usullary	77
3.6.Tehnika-ykdysady hasaplamalarda approksirleme usullaryny ulanmaklyk	81
IV.Tehnologiýaň elementleri	84
4.1.Ynamdar tehnologiýasynyň elementleri	84
4.2.Kompensirleýji gurnamany saýlamaklygyň optimizasiýasy	86

4.3.Kompensirleýji gurnamanyň ýerleşdirilişi	92
4.4.Elektrik energiýanyň hilini gowlandyrmagyň usullary we ýollary	93
4.5.Senagat elektrik ulgamlarynda ýokary garmonikanyň hasaplanylşy	97
V.Senagat kärhanalarynyň elektrik üpjünçilik ulgamlarynda maglumat	99
5.1.Maglumatlaryň teoriýasynyň elementleri we geçirilýan maglumatlaryň göwrümi	99
5.2.Kärhanalaryň elektrik üpjünçilidini dolandyrmagyň senagat ulgamlaryndaky aragatnaşyk kanallary. Aragatnaşyk kanallarynyň häsazlygy we näsazlyga durnuklylygy	106
5.3.Senagat kärhanalaryň EÜ ulgamlaryny merkezleşdirilen dolandyryş ulgamlarynda telemehanizasiýa serişdeleri. Senagat kärhanalarynyň EÜ ulgamlarynyň TD we TS ulgamlary	115
5.4.Senagat kärhanalarynyň EÜU, TÖ ulgamlary	122
5.5.Opparatiw dolandyryş ulgamlar we senagat kärhanalaryň elektrik üpjünçiligini dispetçer dolandyrmagyň awtomatika ulgamlary. ODU we DDAU gurmagyň prinsipleri	127
5.6.Senagat kärhanalaryň EÜ ADU. DDAU matematika we guramaçylyk üpjünçiligi	130
5.7.Elektrik energiýanyň hilini gowlandyrmagyň usullary we yollary	135
Edebiýat	141