

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

ELEKTR STANSIYALARINI LOYIHALASH

fanidan loyiha ishlarini bajarish uchun

USLUBIY QO‘LLANMA

TOSHKENT 2023

Mirzayev A.T. Eelektr stansiyalarini loyihalash fanidan loyiha ishlarini bajarish uchun o‘quv-uslubiy qo‘llanma. -Toshkent ToshDTU, 2023y. 33b.

Ushbu o‘quv-uslubiy qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim muassasalarining 70710602 – “Elektr stansiyalari” (energiyani ishlab chiqarish va taqsimlash) ta’lim yo‘nalishida tahsil oluvchi magistr uchun mo‘ljallangan bo‘lib, keltirilgan uslubiy qo‘llanma mazkur fanning namunaviy dasturiga muvofiq keladi.

Bundan tashqari ushbu qo‘llanma talabalarga stansiyalarni loyihalashda zamonaviy metodlarini qo‘llash va optimal loyihalashning yuqori darajada aniqligini ta’minlashga va talabalarda ilmiy ko‘nikmalarni olishga katta yordam beradi.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashning 2023-yil 21-iyundagi majlis qarori bilan nashrga tavsiya etilgan (bayonoma №9).

Taqrizchilar: Latipov Sh.Sh. Elektr stansiyalari, tarmoqlari va tizimlari kafedrasini mudiri, PhD.

Shamsiyev X.O “Energiya” KDM direktori, t.f.n.

KIRISH

1. Kurs ishining mazmuni.

Kurs ishi KES va GESlarning elektr qismini hisoblashga bag'ishlangan. Ish tushuntirish yozuvi va chizmalardan iborat. Tushuntirish yozuviga quyidagi bo'limlar kiradi:

- turli variantlarni qiyoslash asosida stansiyaning elektr ulanishlarini bosh sxemasini tanlash;
- qabul qilingan variant uchun qisqa tutashuv toklarini hisoblash;
- stansiya quvvatini sistemaga uzatish uchun zarur bo'lgan har bir kuchlanish taqsimlash qurilmasi (TQ) bo'yicha liniyalar sonini hisoblash va olingan ulanishlar soniga ko'ra "Texnologik loyihalash me'yorlari" ga asosan TQ sxemasini tanlash;
- apparatlar va tok o'tkazuvchi qismlarni tanlash.

Tushuntirish yozuvi 30-50 varaq hajmidagi tushuntiruvchi rasmlar bilan berilgan qo'lyozma matndan iborat bo'lishi lozim.

Kurs ishida ikkita chizma bajariladi:

- stansiya elektr ulanishlarining bosh sxemasi (qabul qilingan variant);
- taqsimlash qurilmasining konstruksiyasi. Chizmalar qalam bilan bajariladi.

Kurs ishi bajarilgandan so'ng rahbarga tekshirish uchun beriladi. Tayyor bo'lgan ish talaba tomonidan kafedra o'qituvchilari tarkibidagi ikki kishidan iborat hay'at oldida himoya qilinadi. Himoya paytida talaba barcha qabul qilingan qarorlarini asoslay olishi, uskunalarni tanlash uslubini, qurilmalar va elektr ulanishlari bosh sxemasining barcha elementlarining vazifasini anglay olishi zarur.

2. Tushuntirish yozuvini bajarish yuzasidan ko'rsatmalar

Tushuntirish yozuvi titul varag'idan boshlanishi zarur, so'ngra loyihalash uchun topshiriq, mundarija, asosiy qism, xulosa keltiriladi.

Tushuntirish yozuvining asosiy qismini "Kirish" bo'limidan boshlash lozim.

Tushuntirish yozuvining matni quyidagilarni aks ettirishi kerak: ishdan maqsad, hisoblashlarda qo'llanilgan uslublar (qisqa tutashuv toklarini hisoblash uslubini), olingan natijalar, asosiy konstruktorlik yechimlar, ochiq taqsimlash qurilmasining (OTQ) kompanovkasi. "Kirish" masa-

laning hozirgi ahvoriga berilgan bahoni o'z ichiga olishi, mavzuning dolzarbligini ko'rsatib berishi lozim.

Tushuntirish yozuvi "Xulosa" bilan yakunlanadi. "Xulosa" bajarilgan ish natijalari bo'yicha qisqacha xulosalarni o'z ichiga olishi zarur.

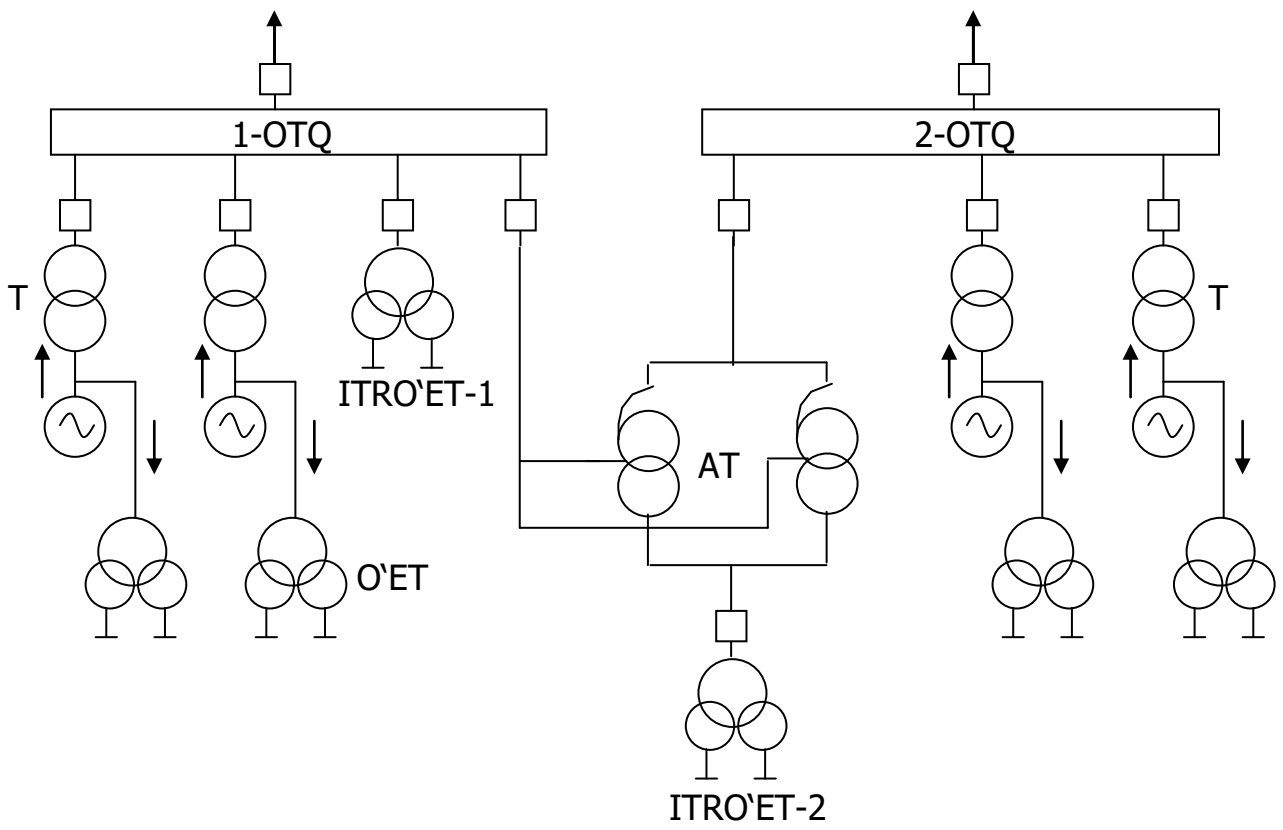
2.1. Stansiya elektr ulanishlarining bosh sxemasini tanlash

Kurs ishida talabalar tomonidan normal va avariya rejimlardagi quvvat balanslari asosida tanlangan issiqlik elektr stansiyasining sxemasi (2.1, 2.2.- rasm) aniqlashtirilishi lozim. Bundan tashqari, 1-OTQ ga ulangan generatorlarning sonini o'zgartirib (generatorlarning umumiy soni va quvvati hamda 1-OTQ yuklamasi o'zgarishidan qoladi) stansiya elektr ulanishlarining yana bir sxemasi tuziladi. Bloklarning quvvati 100-200 MVt bo'lganida sxemaning ikkinchi varianti generatorni avtotransformatorning past kuchlanish chulg'amiga ulanishi bilan qabul qilinishi mumkin (2.2.-rasm).

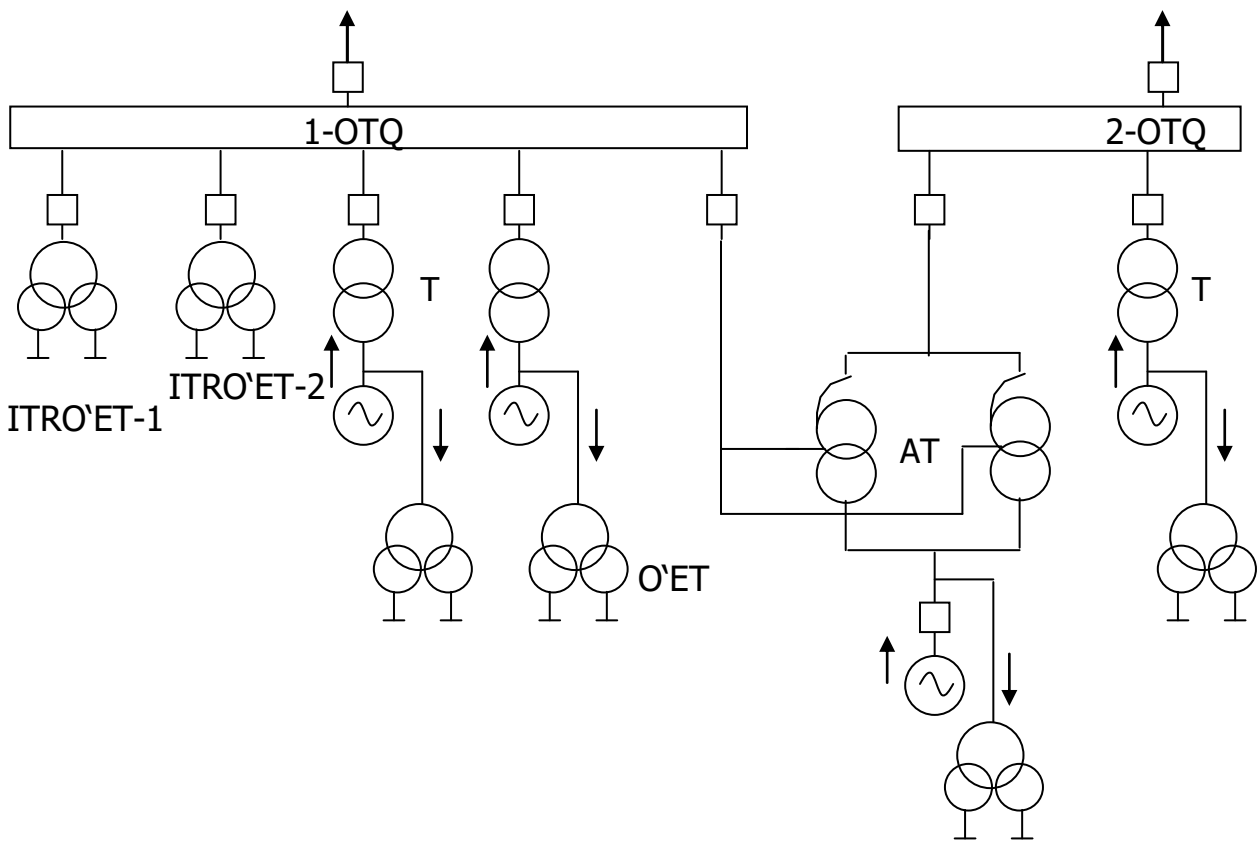
GES elektr sxemasining ikkita varianti 2.3, 2.4-rasmlarda ko'rsatilgan. Hidrogeneratorning birlik quvvatiga bog'liq ravishda yirik bloklarni yoki ikkita gidrogeneratorni maydalangan chulg'amli transformatorga ulashni qo'llash mumkin.

Sxema variantlarini tuzganda normal rejimlardagi quvvat oqimi 1-OTQ dan 2-OTQ ga yo'naltirilgan bo'lishiga harakat qilish kerak.

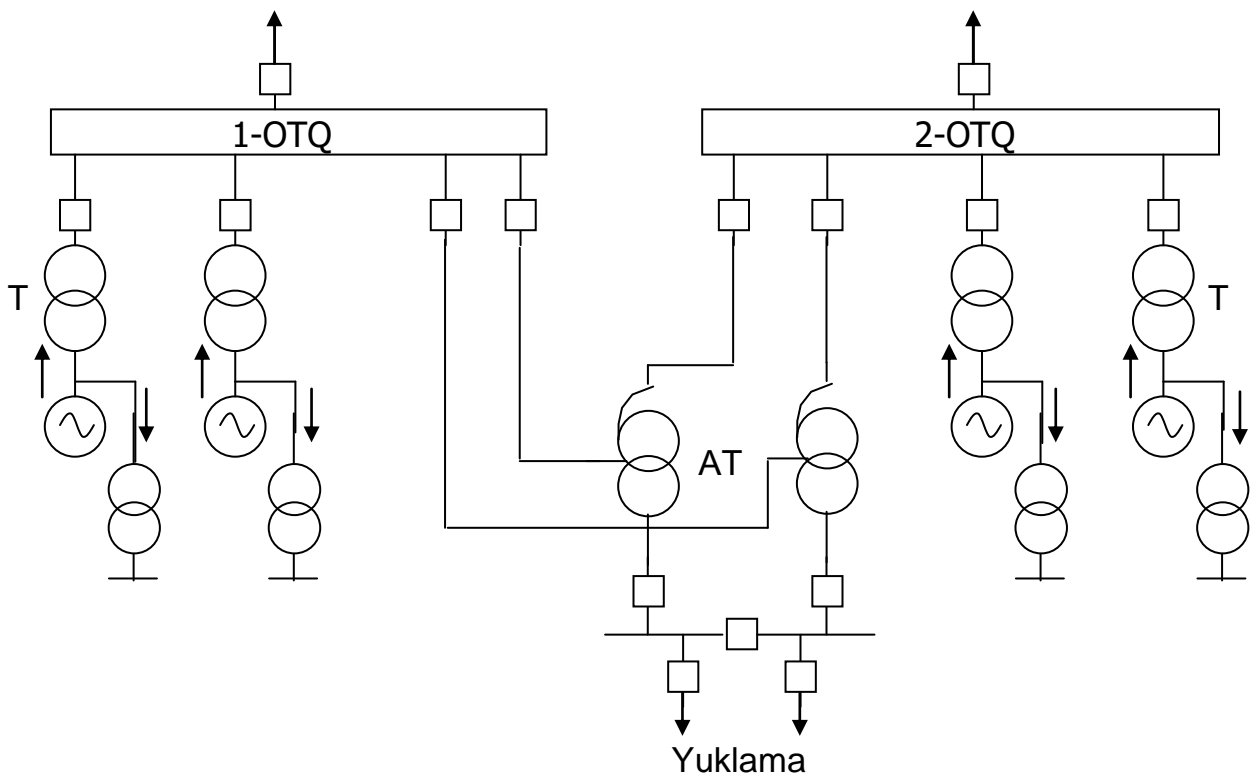
Sxemani tuzishda dastlabki ma'lumotlar bo'lib topshiriqda ko'rsatilgan 1-OTQ uchun iste'molchilarning R_{maks} yuklamasi hisoblanadi. Yuklamaning quvvat koeffitsienti ($\cos \varphi$) generatorning quvvat koeffitsientiga teng deb olinadi.



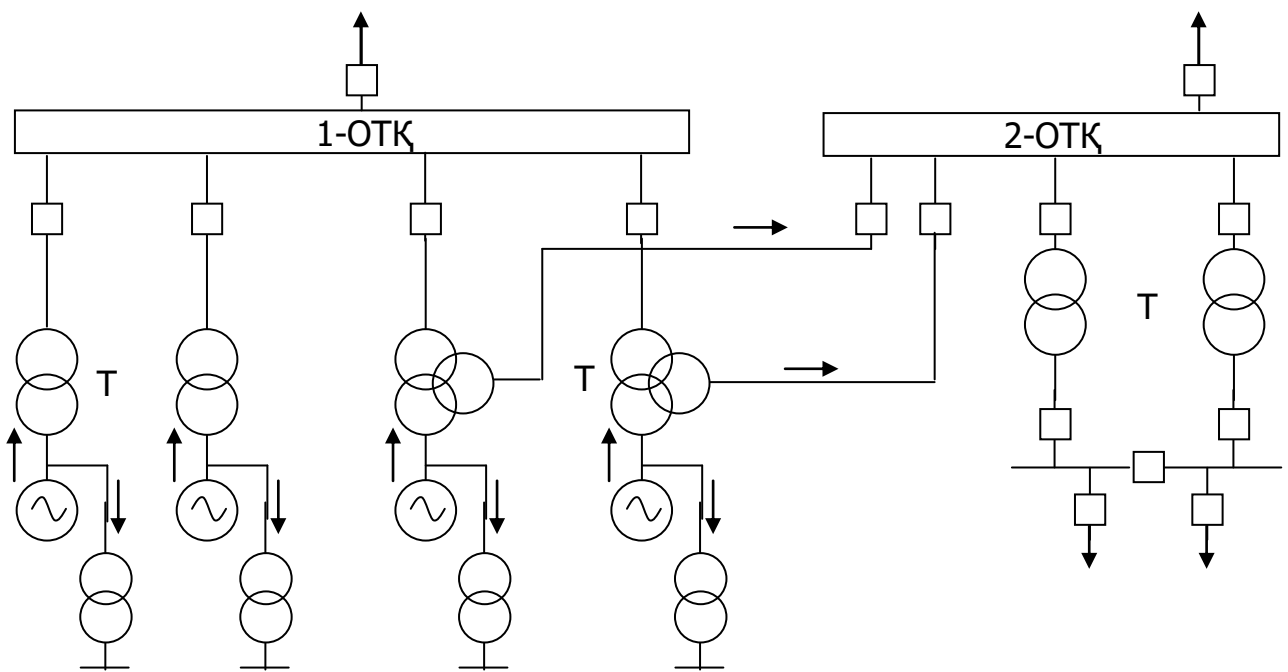
2.1-rasm



2.2-rasm



2.3-rasm



2.4-rasm

O‘z ehtiyojlari yuklamasi /1/ ga asosan generatorning nominal quvvatiga nisbatan foizlarda aniqlanadi. Ushbu yuklamaga mos ravishda o‘z ehtiyoj transformatorining nominal quvvati tanlanadi. Zaxira transformatorning quvvati generator va transformatorlar orasida uzgich mavjud bo‘lganda ishchi transformatorning quvvatiga teng qilib olinadi. Bunday uzgichlarni 300 MVt va undan katta bo‘lgan yirik turbogeneratorlarning zanjirlarida o‘rnatishga tavsiya etiladi. Uzgich mavjud bo‘lmasa, zaxira transformatorning quvvati ishchikidan bir pog‘ona yuqori bo‘lishi zarur. Zaxira transformatorlarning soni, agar ishchi transformatorlarning soni sakkiztadan ko‘p bo‘lsa uchga teng qilib, qolgan hollarda esa ikkita zaxira transformator o‘rnatiladi. Ulardan biri OTQ shinalariga ulanadi va "ulanishlar soni"ga kiritiladi, ikkinchisi esa uzgich orqali aloqa avtotransformatorining uchlamchi chulg‘amiga ulanadi.

Blok transformatorlarini, o‘z ehtiyojlarini ishchi va zaxira transformatorlarining tanlovi 2.1. jadvalga rasmiylashtiriladi. GES uchun bevosita "generator-transformator" blokiga yoki generator kuchlanishi shinasiga ulangan O‘ETga ega bo‘lish yetarlidir. O‘E shinalarining zaxira ta‘minoti tizim nimstansiyasidan amalga oshirilishi mumkin.

Agar stansiyada turli quvvatli generatorlar o‘rnatiladigan bo‘lsa, unda blok transformatorlarini va o‘z ehtiyoj ishchi transformatorlarini tanlash har bir quvvat uchun alohida bajariladi. Zaxira O‘ET ning quvvati eng katta quvvatli ishchi O‘ETning quvvatidan bir pog‘ona yuqori bo‘lishi kerak.

2.1.jadval

| Aniqlanadigan kattaliklarning nomlanishi | Tanlash shartlari | Tanlanadigan uskunalarning tiplari |
|---|--|------------------------------------|
| Generator quvvati, MVt | R_G | |
| Generator quvvati, MVA | $S_G = \frac{P_G}{\cos \varphi_{na2p}}$ | |
| 1-OTQ blok transformatorini tanlash shartlari | $S_{TP} \geq S_G;$ $U_1 = U_{OPV-1};$ $U_2 = U_{\Gamma,НОМ}$ | |
| 2-OTQ blok transformatorini tanlash shartlari | $S_{TP} \geq S_G;$ $U_1 = U_{OPV-2};$ $U_2 = U_{\Gamma,НОМ}$ | |
| O‘Ega iste‘mol qilinadigan quvvat, MVA | $S_{CH} = S_G \cdot \frac{S_{CH\%}}{100}$ | |

| | | |
|--|---|--|
| Ishchi O'ET ni tanlash shartlari | $S_{TCH} \geq S_{CH};$ $U_1 = U_{\Gamma.HOM};$ $U_2 = 6.3\kappa B$ | |
| 1-ITRO'ET transformatorini tanlash shartlari | $S_{ПРТЧ1} \geq S_{TCH};$ $U_1 = U_{OPV-1};$ $U_2 = 6.3\kappa B.$ | |
| 2-ITRO'ET transformatorini tanlash shartlari | $S_{ПРТЧ2} \geq S_{ПРТЧ1};$ $U_1 = U_{AT.HH};$ $U_2 = 6.3\kappa B.$ | |

1-OTQ va 2-OTQ orasidagi normal va avariya rejimlaridagi quvvat oqimining hisoblari va aloqa avtotransformatorining tanlovi issiqlik va gidrostançiyalar uchun 2.1. sxema bajarilganida 2.2. jadvalga, 2.2. sxema bajarilganida 2.3. jadvalga keltiriladi.

Agar uch fazali aloqa avtotransformatorlar o'rnatish imkoniyati bo'lsa (tayyorlovchi-zavodlar tomonidan talab qilingan kuchlanish klassida va quvvatda ishlab chiqariladi), unda ularning sonini ikkiga teng qilib olinadi.

2.2.Jadval. Aloqa avtotransformatorlarini tanlash

| Aniqlanadigan kattaliklarning nomlanishi | Hisoblash ifodalari | 1 variant | 2 variant |
|---|--|-----------|-----------|
| Normal rejimdagi quvvat oqimlari, MVA | $S_{nepem} = \frac{(P_{\text{bl}} - P_{CH}) \cdot \Pi_{\text{bl.OPV-1}}}{\cos \varphi_{\Gamma}} - \frac{P_{\text{MAKC}}}{\cos \varphi_{\Gamma}}$ | | |
| Ikkita uch fazali avtotransformator o'rnatilgandagi bitta aloqa avtotransformatorining hisobiy quvvati, MVA | $S_{PACH} = \frac{S_{\text{ПЕРЕТ}}}{1.4}$ | | |
| Uchta bir fazali avtotransformator o'rnatilgandagi bitta avtotransformatorning quvvati, MVA | $S_{PACH} = S_{\text{ПЕРЕТ}}$ | | |
| O'rnatilgan transformatorlarning tipi va soni | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 1-OTQda bitta blok avariya o'chqandagi quvvat oqimi | $S_{nepem}^{a6} = \frac{(P_{\delta l} - P_{CH}) \cdot (\Pi_{\text{БЛ.ОПВ-1}} - 1)}{\cos \varphi_{\Gamma}} - \frac{P_{\text{МАКС}}}{\cos \varphi_{\Gamma}}$ | | |
| O'tayuklanishga yo'l qo'yilish shartlari | $\sum S_{\text{АТ.НОМ}} \cdot 1.4 \geq S_{\text{ПЕРЕТ}}^{a6}$ | | |

2.3.-jadval. Aloqa avtotransformatorlarini tanlash

| Aniqlanadigan kattaliklarning nomlanishi | Hisoblash ifodalari | Hisoblash natijalari |
|---|---|----------------------|
| Avtotransformatorning PK chulg'ami quvvatini tanlash sharti, MVA | $\sum S_{\text{расч.НН}} \geq S_{\text{Г.НОМ}}$ | |
| Bitta avtotransformatorning hisobiy quvvati, MVA | $S_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{расч.НН}}}{K_{\text{выз}}}; \quad K_{\text{выз}} = \frac{U_{\text{г}} - U_{\text{с}}}{U_{\text{г}}}$ | |
| O'rnatilgan avtotransformatorelarning tipi va soni | $S_{\text{АТ.НОМ}} \geq S_{\text{расч}}$ | |
| Avtotransformatorning O'E chulg'amida normal rejimdagi quvvat oqimi, MVA | $S_{\text{nepem.CH}} = \frac{(P_{\delta l} - P_{CH}) \cdot \Pi_{\text{БЛ.ОПВ-1}}}{\cos \varphi_{\Gamma}} - \frac{P_{\text{МАКС}}}{\cos \varphi_{\Gamma}}$ | |
| Avtotransformatorni tekshirish | $\sum S_{\text{АТ.НОМ}} \geq S_{\text{ПЕРЕТ.CH}}$ | |
| Avtotransformatorning YuK chulg'amida normal rejimdagi quvvat oqimi, MVA | $S_{\text{nepem.BH}} = S_{\text{nepem.CH}} + \frac{(P_{\delta l} - P_{CH})}{\cos \varphi_{\Gamma}}$ | |
| Avtotransformatorni tekshirish | $\sum S_{\text{АТ.НОМ}} \geq S_{\text{ПЕРЕТ.BH}}$ | |
| 1-OTQdagi bitta blok o'chqanda avtotransformatorning O'E chulg'amida avariya rejimidagi quvvat oqimi, MVA | $S_{\text{nepem.CH}} = \frac{(P_{\delta l} - P_{CH}) \cdot (\Pi_{\text{БЛ.ОПВ-1}} - 1)}{\cos \varphi_{\Gamma}} - \frac{P_{\text{МАКС}}}{\cos \varphi_{\Gamma}}$ | |
| O'ta yuklanishga yo'l | $\sum S_{\text{АТ.НОМ}} \cdot 1.4 \geq S_{\text{nepem.CH}}^{a6}$ | |

| | | |
|--|---|--|
| qo'yilish sharti | | |
| 1-OTQ dagi bitta blok o'chganda avtotransformatorning YuK chulg'amida avariya rejimidagi quvvat oqimi, MVA | $S_{nepem.BH} = S_{nepem.CH} + \frac{(P_{\delta n} - P_{CH})}{\cos \varphi_{\Gamma}}$ | |
| O'ta yuklanishga yo'l qo'yilish sharti | $\sum S_{AT.HOM} \cdot 1.4 \geq S_{nepem.BH}^{a6}$ | |

Agar faqat bir fazali avtotransformatorlar mavjud bo'lsa, unda uchta bir fazali avtotransformatorlar guruhi o'rnatiladi.

Ikkita kuchlanish tarmoqlari orasidagi aloqa ishonchliligini oshirish uchun to'rtinchi ulanmagan avtotransformatorni o'rnatish zarur, u har qaysi ishdan chiqqan fazani almashtirishi mumkin (fazani punktir bilan ko'rsatish lozim).

2.1.-2.4. rasmlarda quvvat oqimlarining musbat yo'nalishi ko'rsatilgan. Avtotransformatorni tanlashda avariya rejim sifatida 1-OTQ dagi bitta blokning o'chishi ko'rib chiqiladi, bunda uning yuklamasi yuqoriroq kuchlanish tarmog'idagi (2-OTQ) energosistema rezervi hisobiga qoplanadi. Yo'l qo'yilgan o'ta yuklanishni 40% ga teng qilib qabul qilish lozim.

Transformatorning neytrali izolyatsiyalangan yoki kompensatsiyalangan tarmoq mavjudligida (110/35/10 kV) GES uchun 1-OTQ va 2-OTQ orasidagi aloqa uch chulg'amli transformatorlar orqali amalga oshiriladi. Bu transformatorlarning uchlamchi chulg'amli 6-10 kV kuchlanishdagi mahalliy yuklamani ta'minlash uchun ishalitilishi mumkin (2.3.-rasm). 1-OTQ, 2-OTQ aloqa transformatori orqali quvvat oqimi minimal bo'lishi lozim, lekin boshqa tomondan 1-OTQ ga ulangan bitta generator avariya-rejimi o'chganda iste'molchilarning ta'minoti saqlanishi kerak. Bunda quyidagilarga amal qilinishi lozim:

- a) 220 va 500 kVli OTQ larda havoli uzgichlar o'rnatilishi lozim;
- b) 220 va 110 kVli OTQlarda:
 - agar stantsiyada 220 kV v undan yuqori kuchlanishli TQlar mavjud bo'lsa, havoli uzgichlar;
 - boshqa barcha hollarda kam hajmli moyli uzgichlar;
- d) 110 kV dan past TQlarda agar ular yetarli uzish tokiga ega bo'lsa, kam hajmli moyli uzgichlar o'rnatilishi lozim.

2.1.- misol.

Topshiriq. 1-OTQ va 2-OTQ orasidagi normal va avariya rejimlarida quvvat oqimi hisoblansin va sxemasi 2.1.-rasmda keltirilgan elektr stantsiyasi uchun aloqa avtotransformatori tanlansin. Elektr stantsiyasida har birining quvvati 200 MVT bo'lgan 4ta generator o'rnatilgan. 1-OTQning yuklamasi $R_{maks}=320$ MVt, $U_{1-OTQ}=110$ kV, $U_{2-OTQ}=220$ kV, stansiya ko'mirida ishlaydi.

Yechish.

/1/ga asosan o'z ehtiyojlari uchun iste'mol $R_{O'E}=0,08$ $R_{O'RN}$ deb qabul qilinadi, ya'ni har bir blok uchun

$$R_{O'E}=0,08 \cdot R_{O'RN}=0,08 \cdot 200=16 \text{ MVt.}$$

Generator tipini TGV-200 deb qabul qilib /1/ga asosan generatorning nominal $\cos\varphi$ sini aniqlaymiz:

$$\cos\varphi = 0.85$$

Avtotransformator orqali normal rejimdagi quvvat oqimi:

$$S_{OKIM} = \frac{(P_{\text{ol}} - P_{\text{v\text{e}}}) \cdot \Pi_{\text{BL.1-OTK}} - P_{\text{MAKC}}}{\cos\varphi_{\Gamma}} = \frac{(200 - 16) \cdot 2 - 320}{0,85} = 56,47 [\text{MBA}]$$

Ikkita uch fazali avtotransformator o'rnatilgandagi bittasining hisobiy quvvati:

$$S_{XHCOSB} = \frac{S_{OKIM}}{1,4} = \frac{56,47}{1,4} = 40,34 [\text{MBA}]$$

O'rnatish uchun ikkita ATDSTN-63/230/121 kV tipidagi avtotransformatorlar qabul qilinadi.

Biroq qabul qilingan avtotransformatorni 1-OTQda bitta blok yo'qotilgandagi o'ta yuklanishini tekshirish lozim:

$$S_{OKIM}^{av} = \frac{(P_{\text{ol}} - P_{\text{v\text{e}}}) \cdot (\Pi_{\text{BL.1-OTK}} - 1) - P_{\text{MAKC}}}{\cos\varphi_{\Gamma}} = \frac{(200 - 16) \cdot (2 - 1) - 320}{0,85} = -160 [\text{MBA}]$$

«-» ishora quvvat oqimining yo'nalishi o'zgarganligini bildiradi.

O'tayuklanishga yo'l qo'yish sharti tekshiriladi:

$$\Sigma S_{AT.HOM} \cdot 1.4 = 2,63 \cdot 1,4 = 176,4 > |S_{OKHM}^{a6}| = 160[MBA]$$

ATDSTN-63 avtotransformatori IES elektr ulanishlarining ushbu sxema varianti uchun qabul qilinadi.

2.2.- misol.

Topshiriq. 1-OTQ va 2-OTQ orasidagi normal va avariya rejimlarida quvvat oqimi hisoblansin va sxemasi 2.2.-rasmda keltirilgan elektr stansiyasi uchun aloqa avtotransformatori tanlansin. Elektr stansiyasida har birining quvvati 200 MVT bo'lgan 4ta generator o'rnatilgan. 1-OTQning yuklamasi $R_{maks}=320$ MVt, $U_{1-OTQ}=110$ kV, $U_{2-OTQ}=220$ kV, $\cos \varphi = 0.85$, $R_{O'E}=16$ MVt.

Yechish. 1- OTQ va 2-OTQ uchun berilgan kuchlanish qiymatlari uchun avtotransformatorning foydalilik koeffitsiyenti hisoblanadi:

$$K_{\text{foyd.}} = \frac{U_{IO} - U_V}{U_{IO}} = \frac{230 - 121}{230} = 0,474$$

/1/ga asosan $S_{g.nom.}=235,3[MVA]$. 1- OTQ va 2-OTQ orasidagi aloqa uchun ikkita uch fazali avtotransformator o'rnatiladi, ularning har birini past kuchlanish chulg'ami uchun $\Sigma S_{xucob.IIK} \geq S_{\Gamma.nom}$ shart bajarilishi lozim, bu erdan

$$S_{xucob.IIK} = \frac{S_{\Gamma.nom}}{2} = \frac{235,3}{2} = 117,65[MBA]$$

Bitta avtotransformatorning hisobiy quvvati

$$S_{xucob} = \frac{S_{xucob.IIK}}{K_{\text{foyd.}}} = \frac{117,65}{0,474} = 248,2[MBA]$$

O'rnatish uchun ikkita ATDSTN-250/230/121/15,75 kV tipidagi ikkita uch fazali avtotransformator tanlanadi.

Avtotransformatorning o'rta kuchlanish chulg'amini normal rejimdagi yuklanishi tekshiriladi:

$$S_{OKHM.V3} = \frac{(P_{6l} - P_{V3}) \cdot \Pi_{\text{BL.1-OTK}} - P_{\text{MAKS}}}{\cos \varphi_{\Gamma}} = \frac{(200 - 16) \cdot 2 - 320}{0,85} = 56,47[MBA]$$

$$\Sigma S_{AT.HOM} = 250 \cdot 2 = 500 > |S_{OKHM.V\Xi}| = 56,47[MBA]$$

Avtotransformatorning yuqori kuchlanish chulg‘amini normal rejimdagi yuklanishi tekshiriladi:

$$S_{OKHM.IOK} = S_{OKHM.VK} + \frac{(P_{\delta l} - P_{V\Xi})}{\cos \varphi_{\Gamma}} = 56,47 + \frac{(200-16)}{0,85} = 272,94[MBA]$$

$$\Sigma S_{AT.HOM} = 250 \cdot 2 = 500 > |S_{OKHM.IOK}| = 272,94[MBA]$$

Qabul qilingan avtotransformator chulg‘amlarining 1-OTQ da bitta blok yo‘qotilgandagi avariya rejimda o‘tayuklanishi tekshiriladi:

Avariya rejimda avtotransformatorning o‘rta kuchlanish chulg‘ami bo‘yicha quvvat oqimi:

$$S_{OKHM.V\Xi}^{ae} = \frac{(P_{\delta l} - P_{V\Xi}) \cdot (\Pi_{\text{БЛ.1-OTK}} - 1) - P_{\text{МАКС}}}{\cos \varphi_{\Gamma}} = \frac{(200-16) \cdot (2-1) - 320}{0,85} = -160[MBA]$$

$$\Sigma S_{AT.HOM} \cdot 1,4 = 2,250 \cdot 1,4 = 700 > |S_{OKHM.V\Xi}^{ae}| = 160[MBA]$$

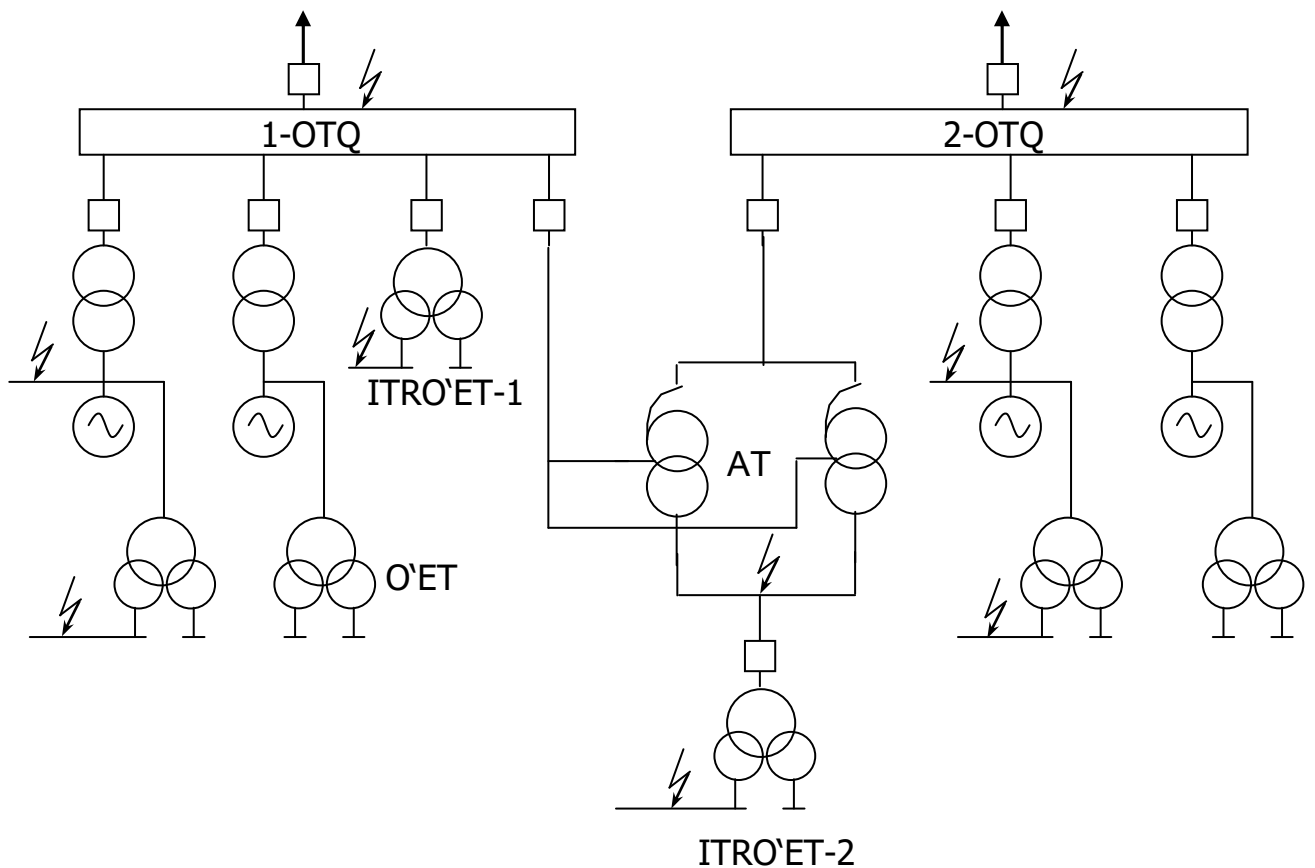
Avariya rejimda avtotransformatorning yuqori kuchlanish chulg‘ami bo‘yicha quvvat oqimi:

$$S_{OKHM.IOK}^{ae} = S_{OKHM.V\Xi}^{ae} + \frac{(P_{\delta l} - P_{V\Xi})}{\cos \varphi_{\Gamma}} = -160 + \frac{(200-16)}{0,85} = 56,47[MBA]$$

$$\Sigma S_{AT.HOM} \cdot 1,4 = 2,250 \cdot 1,4 = 700 > |S_{OKHM.IOK}^{ae}| = 56,47[MBA]$$

2.2. Q.T. toklarini hisoblash

Tanlangan variant uchun 3 fazali q.t. toklari hisoblanadi. Q.T. larni hisoblash nuqtalari 2.5. rasmda ko‘rsatilgan.



2.5.-rasm

Sistemadan va generatordan Q.T. toklarini hisoblashni nisbiy yoki nomli birliklarda bajarish mumkin. Nisbiy birliklar sistemasida erkin ravishda S_{baz} tanlanadi, Q.T. hisoblanayotgan pog'onaning U_{baz} kuchlanishi qabul qilinadi.

Bazis kuchlanishlar qatori: 525; 230; 115; 37; 24; 20; 15,75; 13,8; 10,5; 6,3.

Sxema elementlarining qarshiliklari quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

- sistema: $X_{*oc} = \frac{S_{\text{baz}}}{S_c''}$; nisb.birl. $X_{C(OM)} = \frac{U_{\text{ypm.KT}}^2}{S_c''}$

- avtotransformatorlar va uch chulg'amli transformatorlar uchun uchchala chulg'am qarshiliklari alohida hisoblanadi:

$$X_{IO} = \frac{0,5 \cdot (U_{KIOV} + U_{KIOPI} - U_{KVPI})}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{\text{HoMAT}}}, \quad X_{CV} = \frac{0,5 \cdot (U_{KIOV} - U_{KIOPI} + U_{KVPI})}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{\text{HoMAT}}},$$

$$X_{PI} = \frac{0,5 \cdot (-U_{KIOV} + U_{KIOPI} + U_{KVPI})}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{\text{HoMAT}}};$$

| Elektr uskuna elementi | Dastlabki parametrlar | Nomli birliklar | Nisbiy birliklar |
|---------------------------|----------------------------|---|---|
| Generator | x_d^{nom} / S_{nom} | $x = x_d^{*(nom)} U_b^2 / S_{nom}$ | $x_* = x_d^{*(nom)} S_b / S_{nom}$ |
| | $x_d^{o/o} / S_{nom}$ | $x = \frac{x_d^{o/o} U_b^2}{100 S_{nom}}$ | $x_* = \frac{x_d^{o/o} S_b}{100 S_{nom}}$ |
| Energosistema | S_k | $x = U_b^2 / S_k$ | $x_* = S_b / S_k$ |
| | $I_{nom,otk}$ | $x = \frac{U_b^2}{\sqrt{3} I_{nom,otk} U_{cp}}$ | $x_* = \frac{S_b}{\sqrt{3} I_{nom,otk} U_{cp}}$ |
| | $x_{*s}^{(nom)} / S_{nom}$ | $x = x_{*s}^{(nom)} U_b^2 / S_{nom}$ | $x_* = x_{*s}^{(nom)} S_b / S_{nom}$ |
| Transformator | $x_T^{o/o} / S_{nom}$ | $x = \frac{x_T^{o/o} U_b^2}{100 S_{nom}}$ | $x_* = \frac{x_T^{o/o} S_b}{100 S_{nom}}$ |
| Reaktor | x_r | $x = x_r U_b^2 / U_{sr}^2$ | $x_* = x_r S_b / U_{sr}^2$ |
| Elektr uzatish liniyalari | x_{ud} / l | $x = x_{ud} l U_b^2 / U_{sr}^2$ | $x_* = x_{ud} l S_b / U_{sr}^2$ |

Sxemani ko'p nurli yulduzga o'zgartiriladi va barcha manbalardan Q.T.toklarining qiymatlari quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$I_{\delta a \approx 10} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} U_{\delta}}; \quad I_{\Pi.O} = \frac{E}{X_{*\delta}} \cdot I_{\delta};$$

Q.T.ni zarbaviy toki: $i_s = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{K \Sigma t=0};$

Q.T.ni nodavriy (aperiodik) toki: $i_{at} = \sqrt{2} \cdot I_{\Pi.O} \cdot e^{-\frac{t}{T_a}}.$

EYuK ning qiymati sistema uchun $E_S = 1$; generator uchun $E_r = 1 + X_d'' \cdot \sin \varphi_{nom}$ deb qabul qilinadi.

$I_{P.\tau}$ tokning qiymati sistema uchun $I_{P.\tau}$ ga teng qilib qabul qilinadi, generator uchun $I_{P.\tau}$ hisobiy egri chiziqlar uslubi bo'yicha aniqlanadi.

Q.T. toklarini hisoblashda sistemaning vaqt doimiysi Q.T. ning barcha nuqtalarida $T_A=0,045$ sek. ga teng deb qabul qilinadi, chiqishlarida Q.T. bo'lgan generatorning vaqt doimiysi katalog ma'lumotlariga mos bo'ladi /5/.

Motorlardan Q.T. toklarini hisoblash /5/ da bayon qilingan metodika bo'yicha bajariladi. Ushbu metodikaga asosan, O'E motorlarining aniq tarkibi ma'lum bo'lmaganligi tufayli ularning jami quvvati

$\sum R_{nom} = 1,25 \cdot S_{itro'et.nom}$ ifoda bilan aniqlanadi, bu yerda $S_{itro'et.nom}$ – ishga tushirish rezerv O'ETning nominal quvvati (chulg'ami maydalangan transformatorlar uchun $0,5 \cdot S_{itro'et.nom}$ deb olinadi).

$\sum R_{nom}$ ning qiymati o'z ichiga bevosita hisoblanayotgan seksiya shinalariga ulangan motorlarning quvvatini va hisoblanayotgan seksiya bilan rezerv ta'minot magistrali orqali bog'langan boshqa seksiyalarga ulangan motorlarning quvvatini ham oladi (masalan, bitta blokning ishchi transformatorini almashtirish bilan bir paytda boshqa blokni ishga tushirish yoki to'xtatish rejimida).

Motorlardan Q.T. tokining davriy (periodik) tashkil etuvchisini boshlang'ich qiymati:

$$I_{\Pi.O.Mom.} = 4 \cdot \frac{\sum P_{HOM}}{U_{HOM}},$$

Bu yerda $I_{P.O.Mot.}$, $\sum R_{nom}$ kA va MVt birliklariga ega, tegishli ravishda U_{NOM} – motorlarning liniya kuchlanishi, kV.

τ momentiga Q.T. tokining davriy tashkil etuvchisi

$$i_{\Pi.\tau.Mom.} = I_{\Pi.O.Mom.} \cdot e^{\frac{-\tau}{0,07}}$$

τ momentiga Q.T. tokining nodavriy tashkil etuvchisi

$$i_{a.\tau.Mom.} = \sqrt{2} \cdot I_{\Pi.O.Mom.} \cdot e^{\frac{-\tau}{0,04}}$$

Q.T. ning zarbaviy toki: $i_3 = \sqrt{2} \cdot I_{\Pi.O.Mom.} \cdot k_{3.Mom.}$, bu erda $K_{Z.Mot.} = 1,65$.

Barcha manbalardan Q.T. tokini hisoblash natijalari $t=0$ va $t=\tau$ vaqt uchun jamlanadi.

Q.T. tokining hisobi natijaviy jadval bilan yakunlanishi lozim.

| Q.T. nuqtalari | Kuchlanish kV | $I_{P.O.}$ kA | $I_{P.\tau}$ kA | $i_{a.\tau}$ kA | i_z kA | i_{at} kA | T_a c | T_τ c |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|----------|-------------|---------|------------|
| K – 1 | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| K – n | | | | | | | | |

Q.T. toklarini hisoblash uchun τ vaqti har bir nuqta uchun alohida aniqlanadi:

$$\tau = t_{x6} + 0,01,$$

bu yerda t_{xv} -uzgichning xususiy uzish vaqti, uzgichlarning katalog ma'lumotlaridan aniqlanadi.

Uzgichning tipi stansiyaning elektr sxemasini tanlagan paytda aniqlab olinishi zarur. Uzgichni yakuniy tekshirish 2.4.1. bo'limda bajariladi.

2.3. Liniyalar sonini hisoblash va OTQ sxemasini tanlash

110, 220 va 500 kV OTQ lar uchun liniyalar soni odatda ular orqali uzatilayotgan quvvatning qiymati bo'yicha aniqlanadi:

$$n = \frac{P_{maks}}{P_{ukm}},$$

bu yerda R_{maks} – OTQ shinalridan maksimal rejimda uzatilayotgan quvvat;

R_{ikt} – bitta liniyaning iqtisodiy quvvati, R_{ikt} ning qiymati /1/ dagi ma'lumotlarga tegishli ravishda aniqlanadi.

R_{ikt} ni aniqlash uchun dastlab liniyaning kesimi berilishi kerak, bu esa erkin holda olinadi, biroq kesim toj (korona) bo'yicha yo'l qo'yilgandan kichik bo'lmasligi kerak. 2-3 qismga maydalangan sim qo'llangan holda, bu tojga bo'lgan isroflarni kamaytiradi, jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha aniqlangan R_{ikt} ning qiymatini fazadagi simlar soniga ko'paytirish lozim.

Rejadagi va avariya ta'mirlar natijasida liniyalarning bir qismi o'chiq bo'lishi mumkinligi tufayli, uzatilayotgan quvvat esa bu holda kamaymasligi kerak bo'lgani uchun olingan n liniyalar soni chegaraviy uzatiladigan quvvat bo'yicha tekshirilishi lozim.

$$n - 2 \geq \frac{P_{maks}}{P_{cheg}}$$

bu yerda R_{cheg} – bitta liniya bo'yicha uzatiladigan chegaraviy quvvat; R_{cheg} ning qiymati R_{ikt} qiymati kabi kabi /I/ bo'yicha aniqlanadi.

Katta uzunlikdagi 500 kV nominal kuchlanishli liniyalarda ularning minimal soni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$n = \frac{P_{maks}}{P_n},$$

bu yerda R_n – liniyaning natural qiymati;

$$P_n = \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{Z_m}$$

bu yerda $U_{\text{ном}}$ – liniyaning nominal kuchlanishi, kV;

Z_t - liniyaning to‘lqin qarshiligi, Om.

Olingan liniyalar soni avariya rejim bo‘yicha quyidagicha aniqlashtirilishi lozim:

$$n - 2 \geq \frac{P_{\text{макс}}}{P_{\text{чегар}}},$$

bu erda $R_{\text{чегар}}$ – bitta liniya bo‘yicha uzatilayotgan chegaraviy quvvat. /I/ bo‘yicha liniyaning uzunligiga bog‘liq ravishda aniqlanadi (500 kV liniyaning uzunligini 400 km deb qabul qilinsin).

500 kV li liniyaning to‘lqin qarshiligini 250 Om ga teng deb qabul qilish mumkin. OTQ dan ketayotgan liniyalar soni va ushbu OTQ shinalariga ulangan generatorlar soni kelgusida ulanishlar soni deb ataladi. Yirik tuman elektr stansiyalari uchun quyidagi sxemalar tavsiya etiladi: 110 va 220 kV kuchlanishlarda aylanma shinali ikkita shinalar sistemasi (ulanishlar soni 7 va undan ko‘p bo‘lganda, hamda 300 MVt quvvatli generatorlarning soni 3 va undan ko‘p bo‘lganida ulanishlar sonidan qat’i nazar shinalar sistemasi uzgich bilan seksiyalanishi lozim); bir yarimtali sxema, 4/3 sxema, ikkita peremichka orqali birlashtirilgan, 500 kV kuchlanishda peremichkada uzgichli juft to‘rtburchaklar sxemasi.

Keltirilgan sxemalar uzgichlarning soni bo‘yicha birmuncha farqlanadi, bu esa yuqori kuchlanish uzgichlarini narxi balandligi oqibatida, hamda ishonchlilik ko‘rsatkichlari bo‘yicha muhim hisoblanadi. Ushbu ishda ishonchlilik ko‘rsatkichlari hisoblanmaganligi tufayli olingan ulanishlar soni uchun uni bajarish qulayligiga bog‘liq ravishda sanab o‘tilgan sxemalardan har qaysisini qabul qilish mumkin.

2.4. Apparatura va tok o‘tkazuvchi qismlarni tanlash

Apparatlar va tok o‘tkazuvchi qismlar faqat qabul qilingan variant uchun tanlanadi. Quyidagilar tanlanishi lozim: uzgichlar, ajratgichlar, o‘lchov tok va kuchlanish transformatorlari, barcha kuchlanish TQ larining tok o‘tkazuvchi qismlari, razryadlovchilar va yig‘ma shinalar.

2.4.1. Uzgichlar va ajratgichlarni tanlash

Uzgichlarni tanlash /3/ va /5/ adabiyotlarda keltirilgan metodika asosida bajarilishi lozim.

| Parametrlar | Hisobiy parametrlar | Uzgichning katalog ma'lumotlari | Ajratgichning katalog ma'lumotlari | Tanlash sharti. |
|--|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Nominal kuchlanish, kV | | | | $U_{ishchi} \leq U_{nom}$ |
| Uzoq muddatli tok, A | | | | $I_{ishchi} \leq I_{nom}$ |
| Uzish nominaltoki, kA | | | | $I_{p\tau} \leq I_{uz.nom}$ |
| Dinamik chidamlilik nominal toki, kA | | | | $i_{zarb} \leq i_{davr.o'tuv}$ |
| Termik chidamlilik, kA ² ·s | | | | $V_k \leq I_T^2 \cdot t$ |

Q.T. tokining aperiodik tashkil etuvchisini hisobga olganda uzish nominal tokini quyidagi ifoda bo'yicha tekshiriladi:

$$\sqrt{2} \cdot I_{o\tau} + i_{a\tau} \leq \sqrt{2} \cdot I_{uzum.nom} \cdot (1 + \beta_n)$$

TQ da uzgichlarni o'ratishda ularning aynan (bir turda) bo'lishiga harakat qilinadi, uzgichlar nominal toklari bilan faqatgina TQ ulanishlari keskin farq qiluvchi ishchi toklariga ega bo'lgandagina farqlanishi mumkin. Har bir elektr ulanishlar sxemasida eng og'ir hisobiy shartlarga (odatda yig'indi q.t.) ega bo'lgan uzgich mavjud. Bunga misol bo'lib aylanma shinali ikkita shina sistemali sxemada aylanma uzgich hisoblanadi, u aylanma shina sistemasini tekshirishda va unda qisqa tutashuv mavjud bo'lganida yig'indi Q.T. ni uzadi. Bir yarimtalik, 4/ 3, ko'pburchak sxemalarida uzgichlar kichik xatolik bilan yig'indi Q.T. bo'yicha tanlanishi mumkin, chunki Q.T. paytida ikkita uzgichning bir vaqtda ishlamasligini, masalan, liniyada, hamda liniyaning avval qarama-qarshi tomonidan o'chirilish ehtimolligini ham e'tiborga olish zarur

KTQ yacheykalari yordamida bajarilgan bitta seksiyalangan shina sistemasi qo'llaniladigan o'z ehtiyoj tarmoqlarida, eng og'ir sharoitlarda

6/0,4 kV li pasaytiruvchi transformator zanjiridagi uzgich bo‘ladi, u ham sistemadan va motorlardan yig‘indi Q.T. toki bo‘yicha tanlanadi.

Uzgichni uzoq muddatli yo‘l qo‘yilgan tok bo‘yicha tanlanganda uni turli avariya rejimlarda ortishi mumkinligini hisobga olish zarur. Misol uchun liniya uchun uzatilayotgan quvvat(shu bilan birga tok ham) R_{iqt} dan R_{cheg} gacha ko‘tarilishi mumkin. Generator zanjirida tok 5% dan ko‘proqqa uzoq muddat ortishi mumkin emas, bog‘lovchi avtotransformator zanjirida to 40% ga ortishi mumkin. Uzgichlar o‘ta yuklanish qobiliyatiga ega bo‘lmaganliklari sababli (masalan, transformatorlar kabi) yuqori tokning o‘tishi oldindan rejalashtirilgan bo‘lishi lozim.

Uzgichlarni termik chidamlilikka hisoblashni quyidagi soddalashtirilgan ifoda orqali bajarish mumkin:

$$B_{\kappa} = I_{n0}^2 \cdot (t_{y3uuu} + T_a), \text{ gde } t_{uzish} = t_{r.h.} + t_{u.o'}$$

V_k ning qiymati issiqlik impulsining oshirilgan qiymatini beradi. V_k ning aniq hisobi boshqa shartlar bo‘yicha tanlangan apparat termik chidamlilik bo‘yicha o‘tmagan hollarda talab etiladi, bu esa barcha ulanishlar uchun releli himoyaning ta‘sir vaqti 0,1 dan oshmaydigan rayon elektr stansiyasi sharoitlarida o‘z o‘rniga ega emas.

$t_{u.o'}$ vaqt spravochnik ma‘lumotlari bo‘yicha aniqlanadi va uzgichning yoyni so‘ndirish hisobga olingan to‘la o‘chirilish vaqtini ifodalaydi.

2.4.2. Tok transformatorlarini tanlash

Tok transformatorlarini tanlashda avalambor transformatorning tipi aniqlanadi (joylashtirilganmi yoki alohida turuvchimi), bu esa o‘z navbatida oldinroq qabul qilingan uzgichning tipiga bog‘liq. Kam hajmli uzgichlar o‘rnatilgan hollarda alohida turuvchi tok transformatorlari qo‘llanishi lozim. Tok transformatorlarini tanlash yakuniy jadval bilan tugallanadi.

| Parametrlar | Hisobiy parametrlar | Uzgichning katalog ma'lumotlari | Ajratgichning katalog ma'lumotlari | Tanlash shartlari |
|--|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Nominal kuchlanish, kV | | | | $U_{ishchi} \leq U_{nom}$ |
| Uzoq muddatli tok, A | | | | $I_{ishchi} \leq I_{nom}$ |
| Dinamik turg'unlik nominal toki, kA | | | | $i_{zarb} \leq i_{cheg.o'tuv}$ |
| Termik chidamlilik, kA ² ·s | | | | $V_k \leq I_T^2 \cdot t$ |

Tok transformatorlari barcha yuqori kuchlanish uzgichlarining zanjirida tanlanadi. 1-OTQ yoki 2-OTQ liniyasida o'rnatilgan tok transformatorlari uchun ikkilamchi yuklama bo'yicha tekshirish bajariladi (aniqlik klassiga tekshirish). tekshirish quyidagi shartni bajarilishiga keltiriladi:

$$S_{2.hisob} \leq S_{2.nom}$$

Tok zanjirlarining induktiv qarshiligi katta emas, shuning uchun $Z_2 \approx r_2$. Ikkilamchi yuklama priborlarning, ulovchi simlarning va kontaktlarning o'tish qarshiliklaridan iborat: $r_2 = r_{prib} + r_{sim} + r_k$.

Priborlarning qarshiligi $r_{prib} = S_{nom} / I_2^2$ ifodadan aniqlanadi, bu yerda S_{nom} -priborlar iste'mol qilayotgan quvvat, I_2 -priborning ikkilamchi nominal toki, 5 A ga teng.

Kontaktlarning qarshiligi ikkita-uchta pribor bo'lganida 0,05 Om ga va priborlarning soni ko'p bo'lganida 0,1 Om ga teng deb qabul qilinadi. Ulovchi simlarning qarshiligi ularning uzunligi va kesimiga bog'liq bo'ladi. Tok transformatori tanlangan aniqlik klassida ishlashi uchun quyidagi shart bajarilishi zarur: $r_{prib} + r_{sim} + r_k \leq Z_{2nom}$,

bu yerdan $r_{sim} = Z_{2nom} - r_{prib} - r_k$

r_{sim} ni bilgan holda ulovchi simlarning kesimini aniqlash mumkin:

$$q = \frac{\rho \cdot l_{xucob}}{r_{cum}}$$

bu yerda ρ -sim materialining solishtirma qarshiligi. Mis tolali simlar ($\rho=0.0175$) quvvati 100 MVt va undan yuqori bo'lgan agregatli yirik elektr stansiyalarning asosiy va yordamchi zanjirlarida, hamda kuchlanishi 220 kV va undan yuqori bo'lgan podstansiyalarda qo'llaniladi. Qolgan hollarda ikkilamchi zanjirlarda alyuminiy tolali simlar qo'llaniladi ($\rho=0.0283$); l_{xisob} , - tok transformatorining ulanish sxemasiga bog'liq bo'lgan hisobiy uzunlik. Yulduzga ulangan uchta TT uchun $l_{xisob} = l$, bu erda l – TT o'rnatilgan joyida priborlarga bo'lgan masofa. Noto'liq yulduzga ulangan ikkita TT uchun $l_{xisob} = l\sqrt{3}$. o'rta fazaga (V faza) ulangan bitta tok transformatorli sxema uchun $l_{xisob} = 2l$.

Ulovchi simlarning TT dan priborlarga bo'lgan uzunligini kuchlanish pog'onalari bo'yicha quyidagicha qabul qilish mumkin: 35 kV...(60-75) m; 110 kV...(75-100) m; 220 kV...(100-150) m; 500 kV...(150-175) m.

Mis ulovchi simlarning kesimi mexanik mustahkamlik shartlari bo'yicha 2,5 mm dan kam bo'lmasligi kerak.

Tushuntirish yozuvida priborlarning transformator tokiga ulanish sxemalari keltiriladi (yulduz, noto'liq yulduz).

2.4.3. Kuchlanish transformatorlarini tanlash

Kuchlanish transformatorlari quyidagi joylarga o'rnatiladi: har bir yuqori kuchlanish shinalar sistemasiga va seksiyalangan bo'lsa har bir seksiyaga, $U_{nom} = 500\text{kV}$ bo'lganda har bir liniyada; generatorning ishga tushirish va to'xtatishda priborlarning ishlashi uchun generator va blok transformatorining orasida; 6 kV li o'e.ning har bir seksiyasida; rezerv o'e. transformatorlarining 6 kV tarafida zaxira ta'minot manbaida kuchlanishning mavjudligini nazorat qilish uchun, bu RAUning ishlash shartlari bo'yicha zarur.

O'rnatiladigan transformatorlarning nominal kuchlanishi ularning ulanish joyiga mos ravishda qabul qilinadi. Elektr stansiyalarida hisob-kitob hisoblagichlari o'rnatilganligi tufayli kuchlanish transformatorlarining ham, tok transformatorlarining aniqlik klassi 0,5 ga teng qilib qabul qilinishi lozim.

Tushuntirish yozuvida barcha kuchlanish transformatorlarini tanlash, generator shinalari va liniyalarga ulangan KT lar uchun aniqlik klassi bo'yicha tekshirish bajariladi.

| Priborlarning nomlanishi | Pribor tipi | Bitta g'altagi iste'mol qilyotgan quvvat, VA | G'altak-lar soni | Priborlar soni | Umumiy iste'mol qilinayotgan quvvat, VA. |
|--------------------------|-------------|--|------------------|----------------|--|
| Voltmetr | | | | | |
| ... | | | | | |
| Jami | | | | | |

Ma'lumotlar yo'q bo'lgan holda hisoblagichlar uchun $\cos \varphi = 0,38$ deb qabul qilinadi. Ikkilamchi yuklama bo'yicha tekshirish quyidagi shartni bajarilishiga keltiriladi:

$$S_{2.xisob} \leq S_{2.nom}$$

2.4.4. Shina va tok o'tkazuvchi qismlarni tanlash

Egiluvchan shinalarni tanlash

Egiluvchan simlar blok transformatorlarini OTQ bilan ulash uchun xizmat qiladi. 35 kV dan yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalarining, blok transformatorlarining OTQ bilan uzun bog'lovchi simlari, generator kuchlanishining egiluvchan tok o'tkazgichlari tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tekshiriladi: $q_{II} = \frac{I_{HOPM}}{J_{II}}$. Bu yerda I_{norm} -normal rejim toki (o'ta yuklanishsiz); J_i -tokning me'yorlangan zichligi, A/mm². O'rta Osiyo uchun $J_i=1,3$ A/mm².

Kesimni qizishga tekshirish (yo'l qo'yilgan tok bo'yicha): $I_{max} \leq I_{y.q.}$ bo'yicha bajariladi.

Tanlangan kesim $\vartheta_K \leq \vartheta_{K y.q.}$ Q.T. tokining termik ta'siriga tekshiriladi;

$$q_{MIN} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} \leq q \cdot S_{al}=91, S_{Cu}=167.$$

Q.T. tokining elektrodinamik ta'siriga TQ larning egiluvchan shinalari $I_q^{(3)} \geq 20kA$ da va yuqori kuchlanish liniyalari (YuKL) $i_z \geq 50 kA$ da tekshiriladi.

Toj sharti bo'yicha tekshirish 35 kV va undan yuqori kuchlanishdagi egiluvchan o'tkazgichlar uchun zarur. Toj ko'rinishidagi razryad elektr maydonining yuqori kuchlanganligi paytida yuz beradi va chirsillash va qizarib yonish bilan kuzatiladi.

Sim atrofidagi havoning ionlashish jarayoni energiyaning qo'shimcha isroflariga, radioxalaqit hosil qiluvchi elektromagnit tebranishlarga va kontakt ulanishlarini oksidlovchi ozon hosil bo'lishiga olib keladi.

Toj ko'rinishidagi razryad elektr maydonining dastlabki kritik kuchlanganligining maksimal qiymatida yuz beradi, kV/sm,

$$E_0 = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}}\right),$$

bu yerda m – g'adir-budurlik koeffitsienti, 0.82 ga teng; r_0 –simning radiusi, sm.

Maydalanmagan sim yuzasi atrofidagi elektr maydonining kuchlanganligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{VP}}{r_0}},$$

bu yerda U – liniya kuchlanishi, kV; D_0 – faza simlari orasidagi o'rtacha geometrik masofa, sm.

Fazalarning gorizontall joylashuvida $D_0 = 1.26D$, bu yerda D – qo'shni fazalar orasidagi masofa, sm.

Sim maydalanganda elektr maydon kuchlanganligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$E = k \cdot \frac{0,354 \cdot U}{m r_0 \cdot \lg \frac{D_{VP}}{r_{\text{ЭК}}}}.$$

Fazani ikkita parallel o'tkazgichga maydalanganda $K = 1 + 2 \cdot r_0/a$, ekvivalent radius esa $r_{\text{ЭК}} = \sqrt{r_0 \cdot a}$, sm. Bu yerda a – fazaning maydalangan simlari orasidagi masofa. $U = 220$ kV uchun $a = 20-30$ sm.

Agar sim yuzasidagi maydonning eng katta kuchlanganligi $0.9E_0$ dan katta bo'lmasa, simlar nur qaytarmaydi. Shunday qilib tojlanish shartini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin: $1.07 \cdot E \leq 0.9E_0$.

Qattiq shinalarni tanlash

6-10 kVli yopiq TQlarda shinalar (oshinovka) va yig'ma shinalar qattiq alyumin shinalardan bajariladi. Mis shinalar yuqori narxli bo'lganligi uchun hatto katta yuklama toklarida ham qo'llanilmaydi. 3000 A gacha toklarda bitta va ikkita tasmali shinalar qo'llaniladi. Katta toklarda kesimi korobka (to'trurchak) shaklli shinalar tavsiya etiladi, chunki ular yaqinlik effekti va sirt effektidan kam isroflarni ta'minlab beradi hamda sovutish sharoitlari yaxshiroq.

Elektr qurilmalarning yig'ma shinalari va shinalar barcha kuchlanishlardagi ochiq va yopiq TQ larning chegaralarida tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tekshirilmaydi.

1. Shinalar kesimi qizish bo'yicha (yo'l qo'yilgan tok bo'yicha) amalga oshiriladi, bunda nafaqat normal, balki avariya dan keyingi rejimlar hamda remontlar davridagi rejimlar va shina seksiyalari orasidagi toklarning notekis taqsimlanishi ham hisobga olinadi. Tanlash sharti $I_{\text{shinalar}} \leq I_{\text{yo'l q.}}$, bu yerda $I_{\text{yo'l q.}}$ – shinalarning tanlangan kesimiga shinalarning joylashuviga yoki havo haroratini qabul qilingan $\vartheta_{0\text{nom}} = 25^\circ\text{C}$ dan farq qilishiga qarab rostdashni hisobga olgan holda yo'l qo'yilgan toki. U holda

$$I_{\text{shinalar}} = I_{\text{shinalar.nom}} \cdot \sqrt{\frac{\vartheta_{\text{shinalar}} - \vartheta_0}{\vartheta_{\text{shinalar}} - \vartheta_{0\text{nom}}}}$$

Izolyatsiyalanmagan simlar va bo'yalgan shinalar uchun $\vartheta_{\text{yo'l q.}} = 70^\circ\text{S}$; $\vartheta_{0\text{nom}} = 25^\circ\text{C}$ deb qabul qilingan, unda $I_{\text{shinalar}} = I_{\text{shinalar.nom}} \cdot \sqrt{\frac{70 - \vartheta_0}{45}}$, bu yerda $I_{\text{yo'l q.}}$ – havo harorati $\vartheta_{0\text{nom}} = 25^\circ\text{C}$ dagi yo'l qo'yilgan tok; ϑ_0 – havoning haqiqiy harorati; $\vartheta_{\text{yo'l q.}}$ – davomiy rejimning yo'l qo'yilgan qizish harorati (shinalar uchun $+70^\circ\text{C}$ qabul qilingan).

2. QT paytidagi shinalarning termik chidamlilikka tekshirish $\vartheta_{\text{K}} \leq \vartheta_{\text{K.yo'l q.}}$ yoki $q_{\text{min}} \leq q$, shart bo'yicha amalga oshiriladi, bu yerda ϑ_{K} – QT tokidan qizigan shinalar harorati; $\vartheta_{\text{K.yo'l q.}}$ – shinalarni QT paytida yo'l qo'yiladigan qizish harorati; q_{min} – termik chidamlilik bo'yicha minimal kesim; q – tanlangan kesim.

3. Amalda qo'llaniladigan shinalar konstruksiyalarining ko'pchiligida bu shartlarga rioya qilinadi, shuning uchun EUTQ mexanik tebranishlar hisobga olingan elektrodinamik chidamlilikka tekshirishni talab qilmaydi.

Bir tasmali shinalarning mexanik hisobi

Uch fazali QT dagi eng katta solishtirma zo‘riqish, N/m, quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$f^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \frac{i_y^{(3)2}}{a}.$$

Fazalar orasidagi masofa shinalar perimetridan ancha katta bo‘lganligi uchun $a \gg 2(b + h)$ shakl koeffitsienti $k_{sh}=1$.

Eng katta elektrodinamik zo‘riqishlar uch fazali shikastlanishlarda yuz beradi, shuning uchun kelgusi hisoblarda uch fazali QTning zarbaviy toki hisobga olinadi. (3) indeksi soddalashtirish uchun tushirib qoldiriladi.

Bir tekis taqsimlangan f kuch eguvchi momentni hosil qiladi, N·m:

$$M = \frac{f \cdot l^2}{10},$$

bu yerda l – shina konstruksiyali izolyatorlar orasidagi proletning (masofaning) uzunligi, m.

Eguvchi moment ta’sirida shina materialidagi hosil bo‘ladigan kuchlanish, MPa,

$$\sigma_{HISOB} = \frac{M}{W} = \frac{f \cdot l^2}{10 \cdot W} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_y^2 \cdot l^2}{W \cdot a},$$

bu yerda W – shinaning kuch ta’siriga perpendikulyar bo‘lgan o‘qqa nisbatan qarshilik momenti, sm^3 .

Agar $\sigma_{HISOB} \leq \sigma_{YO'L.Q}$ bo‘lsa shinalar mexanik mustahkam hisoblanadi, bu yerda $\sigma_{YO'L.Q}$ -shina materialidagi yo‘l qo‘yilgan mexanik kuchlanish.

Ikki tasmali shinalarning mexanik hisobi

Agar har bir faza ikita tasmadan bajarilgan bo‘lsa, unda tasmalar orasida va fazalar orasida zo‘riqish hosil bo‘ladi. Tasmalar orasidagi zo‘riqish ularning bir-biriga tegishiga olib kelmasligi kerak. Bu zo‘riqishni kamaytirish uchun tasmalar orasiga proletda prokladkalar o‘rnatiladi. Prokladkalar orasidagi prolet l_p shunday tanlanadiki, QT paytidagi hosil

bo‘ladigan elektrodinamik kuchlar tasmalarning bir-biriga tegishiga olib kelmasligi kerak:

$$l_{II} \leq 0.216 \cdot \sqrt{\frac{a_T}{i_3^{(3)}}} \cdot \sqrt[4]{\frac{EJ_T}{\kappa_{III}}}.$$

Ikkita tasma – izolyatorlar mexanik sistemasi, mexanik rezonans natijasida zo‘riqishni keskin ortishi yuz bermasligi uchun 200 Gц dan ortiq bo‘lgan xususiy tebranishlar chastotasiga ega bo‘lishi lozim. Bundan kelib chiqqan holda l_p yana bir shart bo‘yicha tanlanadi

$$l_T \leq 0.133 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[4]{\frac{EJ_T}{m_T}},$$

bu yerda a_t – tasmalar o‘qlari orasidagi masofa, sm; $J_t = h \cdot b^3 / 12$ – tasma inertsiyasi momenti, sm⁴; k_{sh} – shakl koeffitsienti; m_t – tasmaning uzunlik birligidagi massasi, kg/m; E – shina materialining qayishqoqlik moduli.

Hisob uchun ikkita yuqorida ko‘rsatilgan ifodalar bo‘yicha aniqlangan ikkala qiymatning kichigi qabul qilinadi.

Ikki tasmali paketdagi tasmalar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchini $i_1 = i_2 = i_u / 2$; $a = a_t = 2b$; larni qo‘yib quyidagi formuladan topish mumkin.

$$f_T = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \kappa_{III} \cdot \left(\frac{i_3}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2b} = \frac{\kappa_{III}}{4} \cdot \frac{i_3^2}{b} \cdot 10^{-7}.$$

Tasmalarning o‘zaro ta’siridan shina materialidagi kuchlanish (shinalar yuklamasi tekis taqsimlangan va oxirlari qistirilgan balka sifatida ko‘riladi), MPa,

$$\sigma_T = \frac{f_T l_{II}^2}{12W_T},$$

bu erda W_T – bitta tasmaning qarshilik momenti, sm³; l_p – prokladkalar orasidagi masofa, m.

Shina materialining mexanik xarakteristikalari

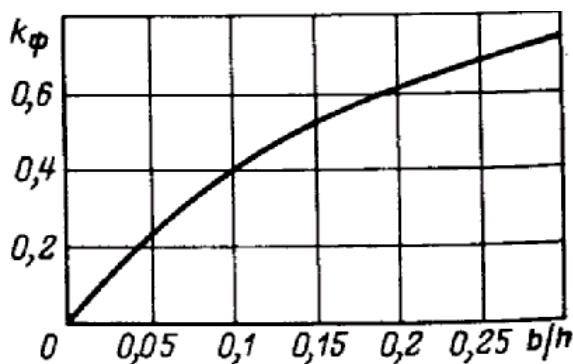
| Material | Marka | Shikastlanishga olib keluvchi kuchlanish $\delta_{shikast}$, MPa | Yo'l qo'yilgan kuchlanish $\delta_{yo'l.q.}$, MPa | Qayishqoqlik moduli, E, Pa |
|-------------|-------|---|--|----------------------------|
| Alyuminiy | ADO | 60-70 | 40 | $7 \cdot 10^{10}$ |
| Alyuminiy | AD31T | 13 | 75 | - |
| li qotishma | AD31T | 200 | 90 | - |
| | 1 | 250-300 | 140 | $10 \cdot 10^{10}$ |
| Mis | MGT | 370-500 | 160 | $20 \cdot 10^{10}$ |
| Po'lat | St3 | | | |

Fazalarning o'zaro ta'siridan shina materialidagi kuchlanish quyidagicha aniqlanadi

$$\sigma_{\phi} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{l^2}{aW_{\phi}} \cdot i_y^2,$$

bu erda l – izolyatorlar orasidagi prolet uzunligi, m; W_f – shinalar paketining qarshilik momenti, sm^3 .

Agar $\sigma_{hisob} = \sigma_F + \sigma_p \leq \sigma_{yo'l.q.}$ bo'lsa shinalar mexanik mustahkam hisoblanadi.



$a=2v$ da ikki tasmali shinalar uchun shakl koeffitsientini aniqlash uchun egri chiziqlar.

3. Tushuntirish yozuvining grafik qismini bajarish uchun ko'rsatmalar

Grafik qism birinchi formatli iikita chizmadan iborat bo'lishi lozim. Birinchi chizmada stansiya elektr ulanishlarining tanlangan variant uchun

GES larning 0,4 kV va IES larning 6 kV o'z ehtiyoj sxemalari kiritilgan bosh sxemasi tasvirlanadi.

Chizmada asosiy uskunalardan tashqari tok va kuchlanish transformatorlari, razryadlovchilar, ishchi zaminlovchi ajratgichlar, o'lchov priborlari tasvirlanishi lozim.

Chizmada tanlangan apparatlar tok o'tkazuvchi qismlarning tiplari ko'rsatiladi.

Ikkinchi chizma individual topshiriq bo'yicha bajariladi va yuqori kuchlanishli TQlardan birining konstruksiyasini xarakterlashi lozim. Ikkinchi chizmani bajarish paytida standart masshtablarga rioya qilish va asosiy o'lchamlarni ko'rsatish kerak.

4. Foydalanilgan adabiyotlar

1. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. / Под ред. Б.Н. Неклепаева, М. , 1989.
2. Околович М.Н. Проектирование электрических станций. М. 1982.
3. Электрическая часть станций и подстанций. А.А.Василев, И.П.Крючков. М. 1986.
4. Электрическая часть электростанций. Под ред. С.В.Усова. М. 1989.
5. Рожкова Л. Д., Козулин Б.С. Электрооборудование станций и подстанций». М. 1989.
6. Электрическая часть электростанций и подстанций. Б. Н. Неклепаев, М.1986.
7. Методические указания кафедры Электрические станции, сети и системы ТашГТУ.

Ilova. Kurs loyihasi uchun individual topshiriqlar.

| Variant nomeri | Stansiya tipi | Generatorlar- ning soni va quvvati, MVt | I-OTQ | | | | | | II-OTQ | | | |
|-------------------|------------------|--|-------------|--------------------------|----------------|---|----------------|-----------------------------|-------------|---|----------------|-----------------------------|
| | | | Unom, kV | Yuklama | | Sistema | | EULLar uzunli- gi, km | Unom, kV | Sistema | | |
| | | | | $\sum R_{yuk}$ l, MVt | EULLar soni | Sis- teman- ing $S''_{k,si}$ MV·A | EULLar soni | | | Sis- teman- ing $S''_{k,si}$ MV·A | EULLar soni | EULLar uzunli- gi, km |
| 1 | KES | 4x100 | 110 | 40 | 2 | 1000 | 1 | 50 | 220 | 2000 | 2 | 80 |
| 2 | | 4x100 | 110 | 50 | 2 | 1200 | 1 | 60 | 220 | 2200 | 2 | 100 |
| 3 | | 4x100 | 110 | 60 | 2 | 1400 | 2 | 70 | 220 | 2400 | 2 | 120 |
| 4 | | 4x100 | 110 | 80 | 3 | 1600 | 2 | 80 | 220 | 2600 | 2 | 140 |
| 5 | | 4x100 | 110 | 100 | 3 | 1800 | 2 | 90 | 220 | 2800 | 2 | 160 |
| 6 | | 5x100 | 110 | 40 | 2 | 1050 | 1 | 55 | 220 | 2000 | 2 | 70 |
| 7 | | 5x100 | 110 | 50 | 2 | 1250 | 1 | 65 | 220 | 2200 | 2 | 80 |
| 8 | | 5x100 | 110 | 60 | 2 | 1450 | 2 | 75 | 220 | 2400 | 2 | 90 |
| 9 | | 5x100 | 110 | 80 | 3 | 1650 | 2 | 85 | 220 | 2600 | 2 | 100 |
| 10 | | 5x100 | 110 | 100 | 3 | 1850 | 2 | 95 | 220 | 2800 | 2 | 120 |
| 11 | KES | 4x160 | 110 | 80 | 2 | 1200 | 1 | 55 | 220 | ∞ | 2 | 70 |
| 12 | | 4x160 | 110 | 100 | 2 | ∞ | 2 | 65 | 220 | 1500 | 2 | 90 |
| 13 | | 4x160 | 110 | 120 | 3 | 1400 | 1 | 85 | 220 | ∞ | 2 | 110 |
| 14 | | 4x160 | 110 | 140 | 4 | ∞ | 2 | 95 | 220 | 1700 | 2 | 130 |
| 15 | | 4x160 | 110 | 160 | 4 | 1600 | 2 | 100 | 220 | ∞ | 2 | 150 |
| 16 | | 5x160 | 110 | 80 | 2 | 1000 | 1 | 60 | 220 | ∞ | 2 | 80 |
| 17 | | 5x160 | 110 | 100 | 2 | 1250 | 2 | 70 | 220 | 1500 | 2 | 100 |
| 18 | | 5x160 | 110 | 120 | 3 | ∞ | 1 | 40 | 220 | ∞ | 2 | 120 |
| 19 | | 5x160 | 110 | 140 | 4 | 1450 | 2 | 45 | 220 | 1700 | 2 | 130 |
| 20 | | 5x160 | 110 | 160 | 4 | ∞ | 2 | 55 | 220 | ∞ | 2 | 140 |
| 21 | KES | 4x200 | 110 | 200 | 3 | 1500 | 2 | 45 | 220 | ∞ | 2 | 80 |
| 22 | | 4x200 | 110 | 240 | 3 | ∞ | 2 | 50 | 220 | ∞ | 3 | 90 |
| 23 | | 4x200 | 110 | 280 | 4 | 1700 | 2 | 55 | 220 | ∞ | 2 | 100 |
| 24 | | 4x200 | 110 | 300 | 4 | ∞ | 2 | 60 | 220 | ∞ | 3 | 110 |
| 25 | | 4x200 | 110 | 320 | 4 | 1300 | 2 | 65 | 220 | ∞ | 2 | 120 |
| 26 | | 5x200 | 110 | 200 | 3 | ∞ | 2 | 50 | 220 | 2000 | 2 | 100 |
| 27 | | 5x200 | 110 | 240 | 3 | 1600 | 2 | 55 | 220 | 2100 | 3 | 110 |
| 28 | | 5x200 | 110 | 280 | 4 | ∞ | 2 | 60 | 220 | 2600 | 2 | 120 |
| 29 | | 5x200 | 110 | 300 | 4 | 1400 | 2 | 65 | 220 | 2800 | 3 | 130 |
| 30 | | 5x200 | 110 | 320 | 4 | ∞ | 2 | 70 | 220 | 3000 | 2 | 140 |
| 31 | KES | 4x300 | 110 | 250 | 3 | 2000 | 2 | 30 | 220 | ∞ | 2 | 100 |
| 32 | | 4x300 | 110 | 300 | 3 | 2400 | 2 | 35 | 220 | ∞ | 2 | 105 |
| 33 | | 4x300 | 110 | 350 | 4 | ∞ | 2 | 40 | 220 | ∞ | 2 | 110 |
| 34 | | 4x300 | 110 | 400 | 4 | ∞ | 2 | 45 | 220 | ∞ | 3 | 115 |
| 35 | | 4x300 | 110 | 450 | 4 | 2800 | 2 | 50 | 220 | ∞ | 3 | 120 |
| 36 | | 5x300 | 110 | 250 | 3 | ∞ | 2 | 35 | 220 | ∞ | 2 | 115 |
| 37 | | 5x300 | 110 | 300 | 3 | ∞ | 2 | 40 | 220 | ∞ | 2 | 125 |
| 38 | | 5x300 | 110 | 350 | 4 | 2400 | 2 | 45 | 220 | ∞ | 2 | 135 |
| 39 | | 5x300 | 110 | 400 | 4 | 2600 | 2 | 50 | 220 | ∞ | 3 | 145 |
| 40 | | 5x300 | 110 | 450 | 4 | 3000 | 2 | 55 | 220 | ∞ | 3 | 155 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-------|-----|----|---|------|---|----|-----|------|---|-----|
| 41 | GES | 4x20 | 35 | 20 | 4 | 500 | 2 | 20 | 110 | ∞ | 2 | 45 |
| 42 | | 5x20 | 35 | 30 | 4 | 400 | 1 | 30 | 110 | 1000 | 2 | 50 |
| 43 | | 6x20 | 35 | 40 | 6 | 600 | 2 | 15 | 110 | 800 | 2 | 60 |
| 44 | | 4x35 | 35 | 50 | 4 | 400 | 1 | 25 | 110 | ∞ | 2 | 70 |
| 45 | | 5x35 | 35 | 40 | 6 | 500 | 2 | 20 | 110 | ∞ | 2 | 80 |
| 46 | | 6x35 | 35 | 60 | 4 | 700 | 1 | 15 | 110 | ∞ | 2 | 90 |
| 47 | | 4x56 | 110 | 50 | 2 | ∞ | 2 | 70 | 220 | ∞ | 2 | 100 |
| 48 | | 5x56 | 110 | 60 | 4 | 1500 | 2 | 60 | 220 | 4000 | 2 | 110 |
| 49 | | 6x56 | 110 | 70 | 6 | 2000 | 2 | 50 | 220 | 4500 | 2 | 120 |
| 50 | | 4x78 | 35 | 50 | 4 | 400 | 2 | 15 | 220 | ∞ | 2 | 130 |
| 51 | | 5x78 | 35 | 60 | 6 | 500 | 2 | 20 | 220 | ∞ | 2 | 140 |
| 52 | | 6x78 | 35 | 40 | 8 | 600 | 2 | 25 | 220 | ∞ | 2 | 150 |
| 53 | | 4x100 | 35 | 14 | 4 | - | - | - | 110 | 1500 | 2 | 70 |
| 54 | | 5x100 | 35 | 16 | 4 | - | - | - | 220 | ∞ | 2 | 100 |

MUNDARIJA

| | |
|--|----------|
| KIRISH..... | 3 |
| 1. Kurs ishining mazmuni..... | 3 |
| 2. Tushuntirish yozuvini bajarish yuzasidan ko‘rsatmalar..... | 3 |
| 3. Stansiya elektr ulanishlarining bosh sxemasini tanlash..... | 3 |
| 4. Q.T. toklarini hisoblash..... | 11 |
| 5. Liniyalar sonini hisoblash va OTQ sxemasini tanlash..... | 14 |
| 6. Apparatura va tok o‘tkazuvchi qismlarni tanlash..... | 15 |
| 7. Uzgichlar va ajratgichlarni tanlash..... | 15 |
| 8. Kuchlanish va tok transformatorlarini tanlash..... | 16 |
| 9. Shina va tok o‘tkazuvchi qismlarni tanlash..... | 18 |
| 10. Qattiq shinalarni tanlash..... | 20 |
| 11. Bir tasmali shinalarning mexanik hisobi..... | 20 |
| 12. Ikki tasmali shinalarning mexanik hisobi..... | 21 |
| 13. Tushuntirish yozuvining grafik qismini bajarish uchun ko‘rsatmalar.. | 22 |
| 14. Foydalanilgan adabiyotlar..... | 23 |

Muharrir: Miryusupova Z.M.