

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI  
QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI**



**“ENERGETIKA FAKULTETI”  
“ELEKTR ENERGETIKA” KAFEDRASI**

**STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI  
FANIDAN  
AMALIY MASHG'ULOTLARNI BAJARISHGA OID  
USLUBIY QO'LLANMA**



**QARSHI 2021 YIL**

**Tuzuvchilar:** **Fayziyev M.M.**-QMII “Elektr energetikasi” kafedrasini mudiri, t.f.n dotsenti.  
**Imomnazarov A.B.** - QarMII “Elektr energetikasi” kafedrasini assistenti

**Ichki taqrizchi:** QarMII, “Elektr energetika” kafedrasini k.o’. N.A. Qurbonov

**Tashqi taqrizchi:** Qashqadaryo HET AJ PX boshlig’i I.N.Jabborov

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg’ulotlarni bajarishga oid ushbu uslubiy qo’llanma 5310200- Elektr energetika (elektr ta’minoti) ta’limi yo’nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo’ljallangan bo’lib, O’zbekiston Respublikasi Oliy va O’rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan 2018 yil 18.08 dagi № 744 sonli buyrug’i bilan tasdiqlangan “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fani dasturi asosida tayyorlandi. Ushbu uslubiy qo’llanma “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” kursi davomida uzluksiz tok bo’yicha o’tkazgichlarni tanlash va ularni tekshirish, stansiya va podstansiyalarning ayrim qismlarini, elementlarini va elektr sxemalarini, yuqori va past kuchlanishli kommutatsion uskunalarni, kabel va shinalar kesim yuzalarini hamda reaktorlarni tanlashga oid masalalar keltirilgan.

Masalalarni yechishdan oldin qisqacha nazariy ma’lumotlar ham berilgan. Shuningdek, mustaqil ish mavzularini bajarish uchun namunalar ham keltirilgan.

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg’ulotlarni bajarishga oid ushbu uslubiy qo’llanma “Elektr energetikasi” kafedrasining 2021 yil 21 apreldagi № 17 sonli yig’ilishida, Energetika fakulteti uslubiy komissiyasining 2021 yil 26 apreldagi dagi № 9 sonli muhokama qilingan.

Uslubiy ko’rsatma Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti uslubiy kengashi (2021 yil 27 aprel Bayon № 9) yig’ilishida muhokama qilinib, o’quv jarayonida foydalanishga va chop etishga tavsiya etilgan.

## Kirish

Mamlakatimizda hozirgi vaqtda yoshlarga ta'lim - tarbiya berishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ularga yaratilgan shart-sharoitlardan ya'ni hozirgi zamon intellektual axborat texnologiyalari asri rivojlangan bir davrda har bir lahzadan samarali foydalanishni taqozo etadi.

Hozirgi vaqtda kadrlar tayyorlash milliy dasturida chuqur nazariy va amaliy bilimlar bilan bir qatorda tanlangan sohasi bo'yicha mustaqil faoliyat ko'rsata oladigan, o'z bilimi va malakasini mustaqil ravishda oshirib boradigan, masalaga ijodiy yondashgan holda muammoli vaziyatlarni to'g'ri aniqlab, to'g'ri tahlil qilib hamda har qanday ish sharoitga tez moslasha oladigan mutaxassislarni tayyorlash asosiy vazifalardan biri sifatida belgilangan.

Shu boisdan ham ushbu "Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi" fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarishga oid uslubiy qo'llanmada quydagi mavzular yoritilgan: uzluksiz tok bo'yicha o'tkazgichlarni tanlash, ularni tekshirish kursi davomida stansiya va podstansiyalarning ayrim qismlarini, elementlarini va elektr sxemalarini, yuqori va past kuchlanishli kommutatsion uskunalarni, kabel va shinalar kesim yuzalarini hamda reaktorlarni tanlashni to'liq o'zlashtirishlari uchun, talabalar o'z ustilarida qo'shimcha mashg'lotlar vaqtida ya'ni mustaqil ravishda shug'ullangandagina bilim va ko'nikmalarini mustaxkamlashlari mumkin.

*Ushbu fanni o'rganishdan maqsad va vazifalar* - talabalar elektr stansiyalari va podstanstiyalar qismlarini tuzilishi va ularni ishlash prinsiplari, elektr sxemalari, asosiy elektr qurilmalarini ishlash asoslari va ularni tanlash, past va yuqori kuchlanishli elektr jihozlarini, ularni yerga tutashtiruvchi qurilmalarni vazifasi, tuzilishi hamda ularning hisoblash metodlarini bilishlari lozim.

## 1. UZLUKSIZ TOK BO`YICHA O`TKAZGICHLARNI TANLASH

Izolyatsiyalanmagan shinalar kesimi yuzasi ikkita asosiy shartlar bo`yicha tanlanadi. Bu shartlar, shinalar uchun tanlangan material harajatlari va o`tkazgichlarda quvvat isroflarini qoplash bilan bog`liq chiqimlarning minimal darajada bo`lishi bilan beilanadi. Ushbu shartlarni qanoatlantiruvchi o`tkazgichning kesim yuzasi, iqtisodiy kesim yuzasi deb ataladi va u quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$S_{iqt} = I_{ish.maks}/j,$$

bu yerda,  $I_{ish.maks}$  – normal ish pejimidagi ishchi tokining maksimal qiymati. Yuqorida keltirilgan formula bo`yicha shinaning iqtisodiy kesim yuzasiga yaqin bo`lgan eng yaqin standart kesim yuzasi ma'lumotnomalardan tanlanadi (hisobiy qiymatidan katta yoki kichikpoq bolushi mumkin).

Shinalarning kesim yuzalari shakli amaliy tajribalar asosida tanlanadi. Montaj qilish uchun eng qulayi to`g`ri burchakli kesim yuzaga ega bo`lgan shinalar hisoblanadi. Bir tasmali shinalar, tasmalari parallel joylashgan ikki tasmali, uch tasmali shinalar qo`llanilishi bilan bir qatirda tasmalari kvadrat tomonlariga joylashtirilgan to`rt tasmali shinalar ham qo`llaniladi.

Ishchi toki qiymatlari katta bo`lgan hollarda qutichasimon kesim yuzali shinalardan va shuningdek kesim yuzasi kvadrat va dumaloq shaklga ega bo`lgan quvurlardan ham foydalanish tavsiya etiladi. Shinalarning materiali sifatida misga nisbatan ancha arzon bo`lgan alyuminiydan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

**1.1.** O`tkazgichlarning standart kesimlari yuzasi uchun mos joiz toklar qiymati odatda ma'lumotnomalarda berilgan bo`ladi. O`tkazgichning tanlangan kesim yuzasi uchun toklar qiymatlarining ushbu tenglik sharti bajarilishi kerak

$$I_{joiz} \geq I_{jad},$$

bu yerda,  $I_{jad}$  – jadallashtirilgan ishchi tok qiymati.

Tokning jadallashtirilgan qiymati uzluksiz xarakterga ega. Har bir aniq sxema uchun bu holat alohida aniqlanadi. Ikkita ta`minlovchi liniyada – bu liniyalardan biri ta`mirlash uchun uzilgan bo`lsa, ikkita parallel ishlayotgan

transformatorlardan biri tarmoqdan uzilgan bo'lsa, o'ta yuklangan bosh uchastkali xalqasimon tarmoqning uzilishi va h.k.

Agar havo harorati meyoridagidan farqlansa, unda joiz tok ushbu formula bo'yicha qayta hisoblanadi

$$I'_{joiz} = I_{joiz} \sqrt{\frac{V_{joiz} - V_s}{V_{joiz} - V_{sp}}},$$

bu yerda,  $V_{sp}$  – ma'lumotnomalarda beriladigan atrof-muhtning meyoriy harorati,  $V_{joiz}$  – ma'lumotnomalarda beriladigan o'tkazgichning joiz qizib ketish harorati.

Odatda o'tkazgichning kesim yuzasi zahirasi bilan tanlanadi va amalda undan ruhsat etiladiganidan kamroq tok oqadi. Bunday holda o'tkazgich harorati nominal tokiga nisbatan aniqlanadi

$$\left(\frac{I}{I_{joiz}}\right)^2 = \frac{V - V_{sp}}{V_{joiz} - V_{sy}}$$

Kabellar kesimi yuzasini tanlash shunga o'xshash tarzda, kabel izolyatsiyalangan o'tkazgich ekanligini hisobga olgan holda, amalga oshiriladi, shuning uchun ham kabel qurilmalarngi normal kuchlanishiga moslab tanlanishi lozim. Bundan tashqari, turli izolyatsiyali kabellar ham ishlatilishi mumkin.

3-10 kV kuchlanishli tarmoqlarda to'yintirilgan qog'oz izolyatsiyali uch tomirli kabellar ko'proq ishlatiladi. Bu kabellar uchun jadallashtirilgan (avariya holatida) holatda o'ta yuklanishga ruhsat etiladi va uning qiymati, ma'lumotnomalarda kltirilgan  $K_{o'yu}$  koefisenti bilan aniqlanadi.

Yer osti kabel zovurlarda bir nechta kabellarning joylashuvi ularning sovushi holatlarining yomonlasheviga olib keladi, bu esa o'z navbatida har bir kabelning joiz tokning kamayishiga sabab bo'ladi. Joiz tok qiymatining kamayishi koefisienti  $K_N$  bilan aniqlanadi, uning katta-kichikligi kabellar yotqiziladigan transheyalarda bir chuqurlik sathi yuzasida yotqizilgan kabellar soni va ular orasidagi masofaga bog'liq bo'ladi.  $K_N$  koefisientining qiymati ma'lumotnomalarda keltirilgan bo'lib, kabellar yotqiziladigan zovurlarning ko'rsatkichlari bo'yicha aniqlanadi.

Jadallashtirilgan rejim uchun kabelning uzil-kesil tanlanishi tartibi quyidagi ifoda bilan amalga oshiriladi:

$$I'_{joiz} K_{o'.yu} K_N \geq I_{jad}$$

## Masalalarni yechish bo'yicha namunalar

### 1.1-masala

Issiqlik elektr stansiyasining (IES) TDS-80000/220 transformator bilan bog'lovchi 10,5 kV yig'ma shinasini kesimi yuzasini hisoblash va tanlash (1.1-rasm). Normal ish rejimida har bir transformatorning yuklamashi nominal quvvatining 0,63 qismini tashkil etadi. Maksimal yuklamadan foydalanish vaqti  $T=6300$  soatga to'g'ri keladi. Jadallashtirilgan ish rejimida (transformatorlardan biri tarmoqdan uzib qo'yilgan holatda) ishlayotgan transformatorning yuklamasi ikki baravar oshadi, ya'ni uning yuklamasi nominal qiymatidan 1,26 marta katta quvvatni tashkil etadi (transformatorning avariya holatida joiz o'ta yuklama 40%ni tashkil qiladi).

### YECHIMI

Shina bo'ylab oqayotgan maksimal ishchi tokni aniqlaymiz:

$$I_{ishmaks} = \frac{0,63 \cdot S_{nom}}{\sqrt{3} \cdot U_{nom}} = \frac{0,63 \cdot 80000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2770 A.$$

$T_m = 6300$  soat maksimal yuklamada ishlaydigan alyuminiy shinalar kesimi yuzasini hisoblashda tokning iqtisodiy zichligi qatoridan foydalanamiz:

$$J_{iq} = 1,0 A/mm^2.$$

Shina simlari iqtisodiy kesimi yuzasini aniqlaymiz:

$$S_{iq} = \frac{I_{ishmaks}}{J_{iq}} = \frac{2770}{1} = 2770 mm^2.$$

Qutichasimon kesim profilini tanlaymiz va uning standart o'lchamlari:  $S=82 \times 1785=3570 mm^2$ . Unga mos keluvchi joiz tok

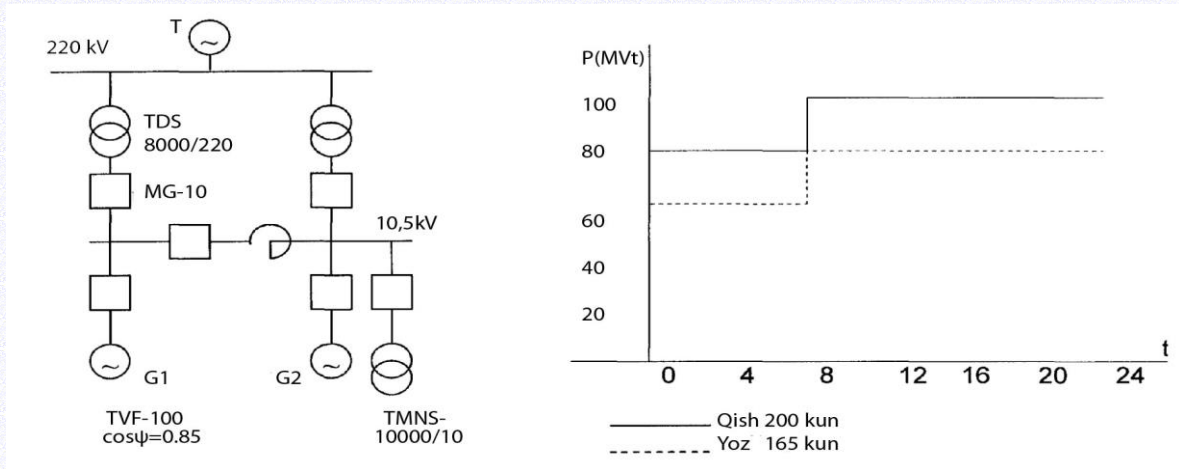
$$I_{joiz} = 5650 A,$$

$$I_{jad} = 2 \cdot I_{ish.maks} = 2 \cdot 2770 = 5540 A,$$

$$I_{joiz} = 5650 A > I_{jad} = 5540 A.$$

## 1.2-Masala

TVF-100 (1.1-rasm) generator zanjiridagi shina kesimi yuzasini hisoblash va tanlash. Generator uzoq muddat nominal quvvatidan 5% ortiq quvvat bilan ishlashi mumkin. Generator 1.2-rasmda tasvirlangan tafvsif bo`yicha ishlaydi.



1.1 – rasm

1.2 – rasm

## YECHIMI

Shinadan o`tayotgan maksimal ishchi tokini aniqlaymiz:

$$I_{ishmaks} = \frac{P_{nom}}{\cos\varphi \cdot \sqrt{3}U_{nom}} = \frac{100000}{0,85 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 6475 A.$$

Generatorning berilgan yuklama tavsifi asosida bir yil davjmidagi ishlash vaqtini aniqlaymiz:

$$T_m = \frac{(80 \cdot 8 + 100 \cdot 16) \cdot 200 + (80 \cdot 8 + 80 \cdot 16) \cdot 165}{100} = 7380 soat.$$

Alyuminiy shinalar uchun tokning iqtisodiy zichligi –  $j_{iq}=1,0 A/mm^2$ .

Shina simlari iqtisodiy kesimi yuzasini aniqlaymiz:

$$S_{iq} = \frac{I_{ishmaks}}{j_{iq}} = \frac{6475}{1} = 6475 mm^2.$$

Qutichasimon kesim yuzali shinalarni tanlaymiz:  $S=2 \cdot 3435=6870 mm^2 > S_{iq}=6475 mm^2$ .

Tekshiramiz

$$I_{joiz}=7550 A,$$

$$I_{jad}= 1,05 \cdot I_{ish.maks}=6820 A,$$

$$I_{joiz}=7550 A > I_{jad}= 6820 A.$$

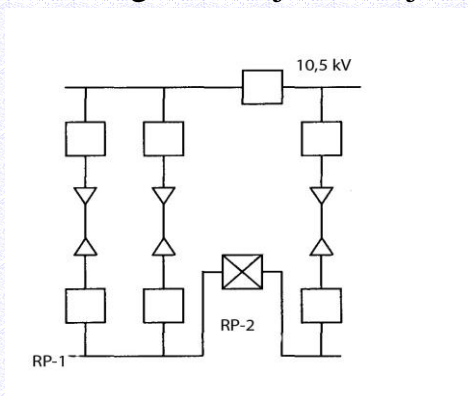
## Mustaqil yechish uchun masalalar

### 1.1-masala

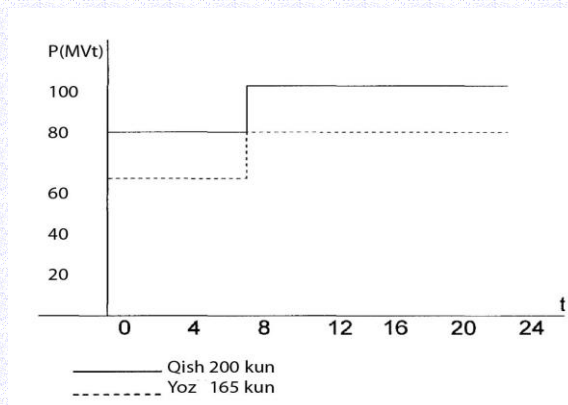
Xususiy ehtiyojlar uchun foydalaniladigan TMNS – 10000/10 transformatorning yuqori kuchlanishli tomoni zanjirining 10,5kV kuchlanishli shinaga ulanadigan shina kesimi yuzasini hisoblash va tanlash (1.1-rasm). Transformatorning maksimal yuklama 9 MVA bilan  $T_m=7500$  soat ishlaydi. Taqsimlobchi qurilmadagi havo harorati  $V_0=30^0S$ . Ishchi transformator shikastlanganda xususiy ehtiyoj iste'molchilari zahiradagi transformatoridan ta'minlanadilar.

### 1.2-masala

TP-1 taqsimlash punktidan ta'minlanuvchi 10,5 kV kuchlanishli liniyasi zanjiridagi (1.3-rasm) qog'oz izolyasiyalı alyuminiy tomirli kabel kesimi yuzasini hisoblash va tanlash. TP-1 ning ishlash tavsifi 1.4- rasmda keltirilgan. Zovurga yotqizilgan kabel ostidagi tuproq harorati normaga keltirilgan  $\cos\varphi=0,9$ ;  $P_{maks}=3,5$  MVt. TP-1 ning ta'minlash sxemasiga muvofiq jadallashtirilgan ish rejimi mavjud emas.



1.3 –rasm



1.4 - rasm

### 1.3-masala

TP-2 taqsimlash punktidan ta'minlanuvchi 10,5 kV kuchlanishli liniyasi zanjiridagi (1.3-rasm) qog'oz izolyasiyalı alyuminiy tomirli kabel kesim yuzasini hisoblash va tanlash. TP-2 ning (jamlangan) maksimal yuklamasi  $P_{maks}=8$  MVt. Ishlash tafsifi 1.4- rasmda keltirilgan.  $\cos\varphi=0,92$ . kabel yer ostidan o'tkazilgan. Tuproq harorati  $V_0=20^0S$ .

### 1.4-masala

Joiz tok qiymati 860A bo'lgan misli shina davomli 750A tokni otkazadi. Agar havo harorati  $V_0=40^0S$  bo'lsa, shu tok qiymati shina uchun joizmi yoki yo'qmi aniqlang.

### 1.5-masala

Ishchi tok 700A, havo harorati  $+35^0S$  va  $80 \times 8$  mm<sup>2</sup> kesim yuzali bo'yalgan alyuminiy shinaning haroratini aniqlansin.



### 1.6-masala

Agar ishchi tok joiz davomli tokning 60% ni tashkil qilsa, bo`yalgan alyuminiy shinaning harorati qanday bo`ladi? Atrof-muhit havo harorati normaga keltirilgan.

### 1.7-masala

Quvvati  $P_{maks} = 3600$  kVt, quvvat koeffitsiyenti  $\cos\varphi = 0.89$  bo`lgan iste`molchi 6 kV kuchlanishli liniyadan alyuminiy tomirli kabeldan ta`minlanadi va shu kabelni hisoblang va tanlang. Iste`molchining normal ish rejimida ta`minlanishi bir-birini zahiralovchi va yer ostidan bitta zovur bo`ylab yotqizilgan ikki kabelli liniya bo`yicha amalga oshirish qabul qilingan. Tuproq harorati  $V_0 = 20^{\circ}\text{S}$ ,  $T_m = 6500$  soat. Sutkalik maksimal yuklamali ishlashining davomiyligi 3 soatni tashkil etadi.

### 1.8-masala

Ishchi toki 150A va kuchlanishi 6kV bo`lgan zanjirning qisman yer ostidan va qisman zovur bo`ylab o`tkazilgan davomli qizishi sharti bilan qanoatlantirilgan qog`oz izolyasiyali alyuminiy tomirli kabel liniyasining kesimi yuzasini hisoblang va tanlang. Tuproq harorati  $V_0 = 15^{\circ}\text{S}$ , zovurdagi havo harorati  $+35^{\circ}\text{S}$ ,  $T_m = 5000$  soat,  $I_{jad} = 1,2 * I_{ish.maks}$ .

### 1.9-masala

6 kV kuchlanishli liniyaga ulangan qog`oz izolyasiyali alyuminiy tomirli kabel kesim yuzasini hisoblang va tanlang. Kabel yer ostidan o`tkazilgan,  $V_0 = 15^{\circ}\text{S}$ ,  $T_m = 4500$  soat,  $I_{jad} = 1,2 * I_{ish.maks}$

## 2. QISQA TUTASHUV PAYTIDA O`TKAZGICHLARNING TERMİK CHIDAMLILIGINI TEKSHIRISH

O`tkazgichning termik chidamliligi quyidagi shart bo`yicha aniqlanadi:

$$V_k \leq V_{q.joiz},$$

bu yerda,  $V_{q.joiz}$  o`tkazgichning qisqa muddatli joiz harorati, ma`lumotnomalarda berilgan bo`ladi.

O`tkazgichning qisqa tutashuv (q.t.) paytidagi yakuniy harorati  $V_k$  bir xil jinsli simning adiabatik jarayondagi qizishi tenglamasidan aniqlanadi:

$$\frac{V_q}{S^2} = A_{ya} - A_b,$$

bu yerda  $A_b$  – q.t. gacha o`tkazgichning boshlang`ich harorati funksiyasi ( $A^2 \cdot s/mm^4$ );  $A_{ya}$  - yakunlovchiy harorat funksiyasi ( $A^2 \cdot s/mm^4$ );  $S$  – o`tkazgich kesimi yuzasi ( $mm^2$ );  $V_q$ - q.t gacha tokning issiqlik impul`si ( $A^2 \cdot s$ ).

Issiqlik impulsining aniq matematik ifodasi quydagicha ko`rinishga ega:

$$B_{ya} = \int_0^t i_u^2 dt ; \quad t_{uzish} = t_h + t_{uu},$$

bu yerda  $t_h$  – asosiy himoya relesining harakatlanish vaqti;  $t_{uu}$  – uzgichning to`liq o`chish vaqti (yoyning so`ndirilish vaqtini qo`shib hisoblaganda). Amaliy hisob – kitoblarda  $B_{ya}$  ni aniqlash uchun soddalashtirilgan ifodalardan foydalaniladi. Ko`pincha  $B_{ya}$  ikki xususiy holler, ya`ni q.t. toki manbai sifatida “tizim” yoki “generator” bo`lgan holler uchun aniqlanadi.

Qisqa tutashuvning tok manbai “tizim” bo`lgan hol uchun issiqlik impulsi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$B_{ya} = I_d^2 (t_{uzish} + T_{as}),$$

bu yerda  $I_d = const$  – davriy q.t. tokining o`zgarmas tashkil etuvchisi;  $T_{as}$  – tizimning vaqt doimiyligi,  $T_{as} = 0,045 - 0,05s$ .

Qisqa tutashuvning tok manbai “generator” bo`lgan hol uchun issiqlik impulsi ( $I_\delta$  so`nuvchi xarakterga ega bo`lgan davriy q.t. tok tashkil etuvchisi) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$V_{ya} = I_\delta^2 (t_{uzish} + T_{ag}),$$

bu yerda  $t = 0$  – davriy q.t. tok hosil bo`ladigan vaqt;  $V_*$  - nisbiy issiqlik impulsi tavsiflari bo`yicha aniqlanadi (2.1 – rasm);  $T_{ag}$  – generator chiqishida q.t. vaqtidagi generatorning vaqt doimiyligi, ma`lumotnomalarda beriladi.

Q.t. vaqtida  $B_{ya}$  issiqlik impulsining ma`lum qiymatida o`tkazgichning yakuniy qizish harorati  $V_k$  quyidag tartibda aniqlanadi:

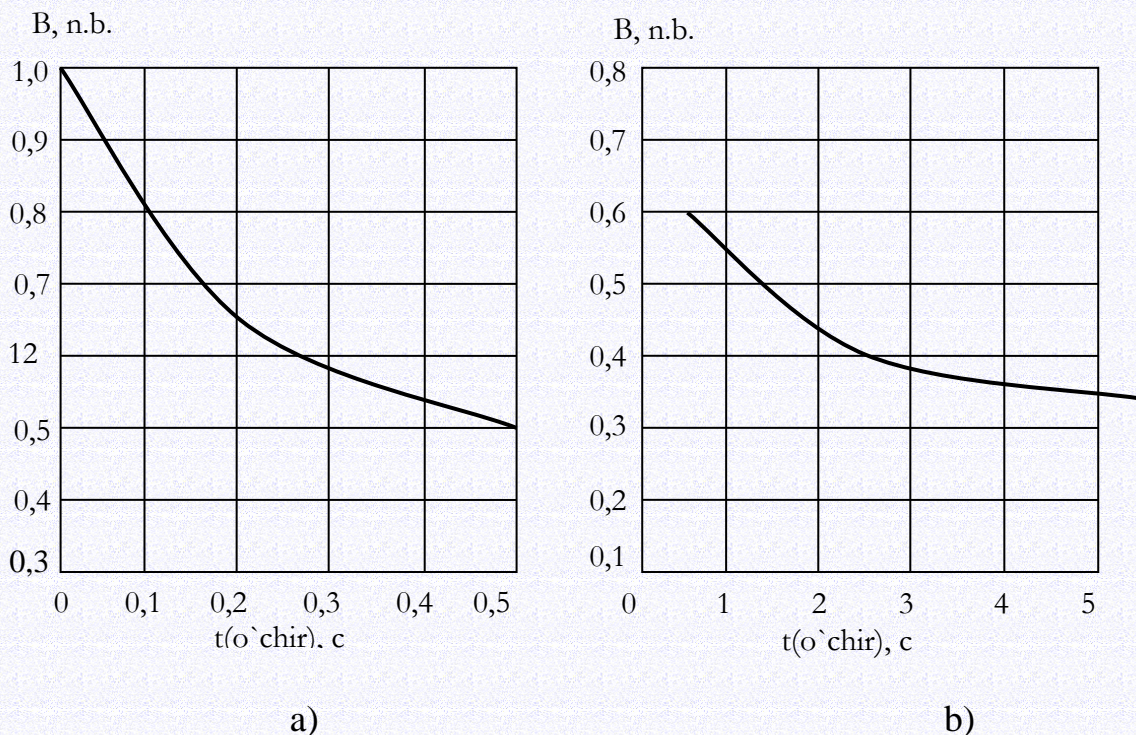
- o`tgan ishchi rejim ma`lumotlari bo`yicha boshlang`ich harorati  $V_b$  aniqlanadi;

- $A=f(V)$  bog'liqligi bo'yicha (adabiyotlarda keltiriladigan tavsifiy ma'lumotlar asosida)  $A_b$  funksianing qiymati aniqlanadi;
- $V_{ya}/S^2 = A_{ya} - A_b$  tenglama bo'yicha  $A_{ya}$  hisoblanadi;
- $A = f(V)$  bog'liqligi bo'yicha  $V_{ya}$  aniqlanadi.

### Masalalarni yechish bo'yicha namunalar

#### 2.1 – Masala

Generator zanjirida (2.2 – rasmda) qutichasimon kesim yuzali alyuminiy shinalar o'rnatilgan va uning kesim yuzasi  $S = 2 \times 3435 = 6870 \text{ mm}^2$  va joiz toki  $I_{joiz} = 7550 \text{ A}$  hamda  $I_{nc} = 45 \text{ kA}$ ,  $I_{nor} = 35,4 \text{ kA}$ ; himoyaning harakatlanish vaqti  $I_h = 1,5 \text{ s}$ . Shinaning termik chidamliligini tekshiring.



2.1 – rasm.

#### YECHIMI

Uzgichning uzilish vaqti  $t_{uu} = 0,2 \text{ s}$ ;  $t_{uzish} = t_h + t_{uu} = 0,2 + 1,5 = 1,7 \text{ s}$ ;  $V_* = 0,38$ .

Eng avval  $G_1$  generator zanjiri shinasidagi q.t. sodir bo'lgan q.t. hisob nuqtasini aniqlab olish kerak bo'ladi. Buning uchun shinaga ta'liuqli q.t. vaqtidagi  $k_1 (V_{k1})$  va  $k_2 (V_{k2})$  nuqtalarining issiqlik impulslari solishtiriladi.

$$V_{k1} = I_{nor}^2 (t_{uzish} + T_{ag}) = 35,4^2 (1,7 \cdot 0,38 + 0,417) = 1322 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

$$V_{k2} = I_{nc}^2 (t_{uzish} + T_{as}) = 45^2 (1,7 + 0,05) = 3544 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

$V_{k2} > V_{k1}$  bo'lgani uchun  $V_{k2}$  hisob nuqtasi bo'lib qoladi. Shinaning boshlang'ich harorati:

$$V_b = \left[ \frac{I_{jad}}{I_{joiz}} \right]^2 \cdot (V_{jad} - V_{on}) + V_{on} = \left[ \frac{6820}{7550} \right]^2 \cdot (70 - 25) + 25 = 63 \text{ s.}$$

$$I_{jad} = 1,05 \cdot I_{nor} = 1,05 \cdot 6475 = 6820 \text{ A};$$

$$A_b = 0,5 \cdot 10^4 \cdot \text{A}^2 \cdot \text{s} / \text{mm}^4.$$

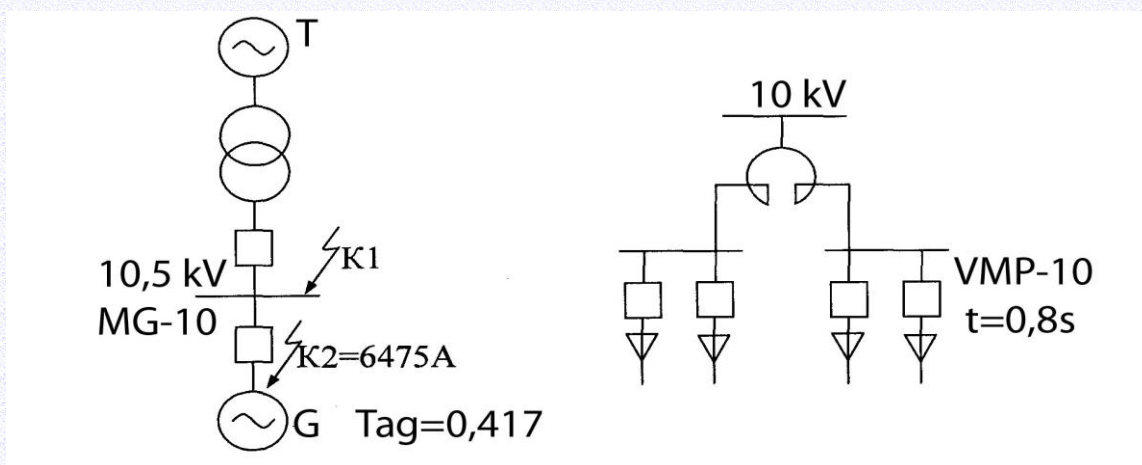
$A_{ya}$  qiymati amalda  $A_b$  qiymatidan uncha farq qilmaydi. Binobarin q.t. vaqtida shinaning harorati sezilmaydigan darajada o'zgaradi, ya'ni shina termik chidamliligi bo'yicha katta zahiraga ega bo'ladi.

## Mustaqil yechish uchun masalalar

### 2.1-masala

Liniyadan taqsimlovchi zanjirda (2.3 – rasm) ASB-10-3x185 markali kabledan foydalanilgan bo'lib, uning joiz toki –  $I_{joiz} = 310 \text{ A}$ .

Kabellarning termik chidamliligi shartlari bo'yicha joiz q.t. tokini aniqlang.



2.2 – rasm.

2.3 – rasm.

### 2.2-masala

To'g'ri burchakli va  $40 \times 4 \text{ mm}^2$  kesim yuzasiga ega bo'lgan mis shinaning yakuniy haroratini toping. Q.t. hosil qiluvchi davriy tok so'nmaydi va uning qiymati 15 kAga teng;  $t_{uzish} = 2 \text{ s}$ ;  $T_a = 0,08 \text{ s}$ . q.t. gacha shinaning tok yuklamasi  $0,7 \cdot I_{joiz}$  tashkil qilgan, havo harorati  $V_0 = +25^\circ \text{C}$ .

### 2.3-masala

$70 \text{ mm}^2$  kesim yuzali alyuminiy tomirli kabellarning q.t. holatida termik chidamliligini tekshiring. Q.t. tokini hosil qiluvchi davriy tok 7 kA (so'nmas),

$t_{uzish}=1,5$  s. Kabel tomirining q.t. gacha bo`lgan harorati  $V_b = 50^0S$ . Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisidan issiqlik ajralishi hisobga olinmasin.  $V_n = 6kV$ .

#### 2.4-masala

To`g`ri burchakli  $50 \times 6$  mm<sup>2</sup> kesim yuzali alyuminiy shinaning “generator tizimi” sxemasida termik chidamliligini tekshiring.  $I_{nc} = 35kA$ ,  $T_{as} = 0,07$  s. = 0,5 q.t. gacha shina yuklamasi joiz yuklamaning 65% ni tashkil qiladi. Havо harorati  $V_0 = +25^0C$ ;  $I_{nor} = 35$  kA;  $T_{ar} = 0,017$  s.

#### 2.5-masala

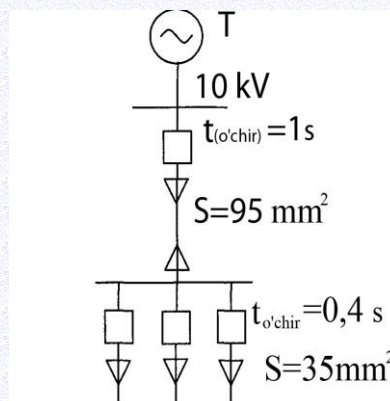
10 kV kuchlanishli tarmoqqa alyuminiy tomirli kabel q.t. tokining davriy hosil qiluvchisi so`nmas xarakterga ega, qiymati 7,5 kA ga teng ( $t_h = 1,8$  s  $t_{uu} = 0,15$  s), minimal standart kesim yuzasini aniqlang. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisidan issiqlik ajralishi hisobga olinmasin.

#### 2.6-masala

Agar  $V_H = 6kV$  kuchlanishli tarmoqqa ulangan to`yingan qog`oz izolyasiyalı 70 mm<sup>2</sup> kesim yuzali alyuminiy tomirli kabel q.t.gacha joiz tok bilan uzoq muddatli yuklangan bo`lsa, uning termik chidamlilini ta`minlash sharoitida tarmoqdagi q.t. tokining so`nmas davriy tashkil etuvchisi qiymati 8 kAga teng bo`lgandagi tarmoqdagi q.t.ning ruhsat etilgan maksimal davomiyligini aniqlang. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisidan issiqlik ajralishi hisobga olinmasin.

#### 2.7-masala

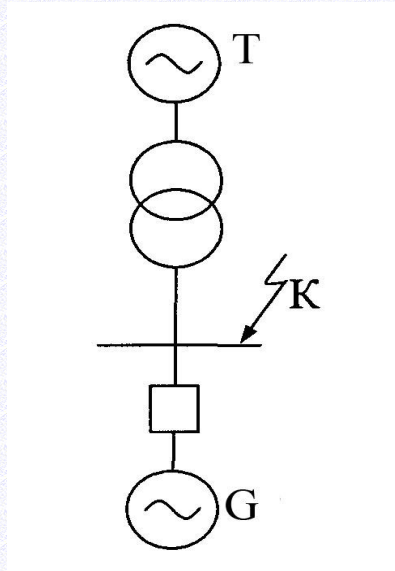
2.4 – rasmda ko`rsatilgan kabel tarmog`ining termik chidamliligi sharti bo`yicha q.t. tokini qay miqdorgacha cheklash mumkin ekanligini aniqlang. Tarmoq qog`oz izolyasiyalı uchta tomirli alyuminiy kabellardan tashkil topgan,  $T_a=0$ .



2.4 – rasm.

## 2.8-masala

Q.t. vaqtida  $K_I$  nuqta (2.5 – rasm) quyidagi ko`rsatkichlarga ega:  $I_{nc}=45\text{kA}$ ,  $T_{ac}= 0,2\text{s}$ ,  $I_{nor}= 35\text{kA}$ ,  $T_{ar} = 0,417\text{s}$ . Generator zanjiridagi shinning termik chidamliligini tekshirish uchun issiqlik impulsi miqdori  $B_k$  ni aniqlang,  $t_{uzish} = 0.5$ .



2.5 – rasm.

### 3. QISQA TUTASHUVLAR VAQTIDA QATTIQ SHINA QURILMALARNING ELEKTRODINAMIK CHIDAMLILIGINI TEKSHIRISH

Shinning elektrodinamik chidamliligini hisoblash joiz mexanik kuchlanish usuli bo`yicha amalga oshiriladi. Shinalar chidamli hisoblanadi, qachonki shina materialidagi hisobiy kuchlanish sharti bajarilsagina;  $\sigma_{joiz}$  – joiz kuchlanish, ma`lumotnomalarda shina materiallari uchun berilgan ma`lumotlar asosida aniqlanadi.

Izolyatorlarga mahkamlangan qattiq shinalar o`zaro tebranma tizimni tashkil etadi, elektrodinamik kuchlar tarkibida esa q.t. vaqtida 50 va 100 Gs chastotali tebranishlar mavjud bo`ladi. elektr dinamik kuchlar hosil qiluvchi kabellar tajribada kuzatilgan. Agar qurilmaning xususiy chastotasi 50 yoki 100 Gs ga teng bo`lsa, u holda mexanik rezonansning yuzaga kelishi ehtimoli yuqori bo`ladi.

Rezonansga yo`l qo`ymaslik uchun shinning xususiy tebranish chastotasi  $f_0$  qo`shimcha hisoblab chiqiladi:

$$\text{alyuminiy shinalar uchun } - f_0 = \frac{173,2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{J}{S}};$$

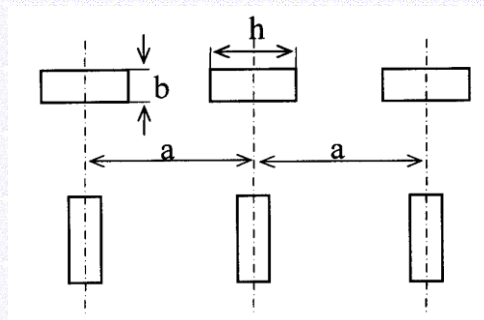
$$\text{mis shinalar uchun } - f_0 = \frac{125,2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{J}{S}};$$

bu yerda  $l$  – izolyatorlar oralig`ining uzunligi, m (odatda bu qiymat mustaqil tanlanadi,  $l = 1-2$  m deb qabul qilingan);  $J$  – shina ko`ndalang kesimning eguvchi kuch yo`nalishiga perpendikulyar yo`nalgan o`qqa nisbatan inersiya momenti,  $\text{sm}^4$ ;  $S$  – shinning ko`ndalang kesimi yuzasi,  $\text{sm}^2$ .

$l$  ni o`zgartirish hisobiga chastotalarning  $f_0 > 200$  Gs yoki  $f_0 < 30$  Gs bo`lishiga erishiladi.

To`g`ri burchakli kesim yuzaga ega bo`lgan shinalar uchun  $U$  qarshilik momenti qiymatlari 3.1 – va 3.2 – rasmlarda tasvirlangan profillar (qutichasimon shinalar va h.k) hisoblanadi, inersiya momenti  $U$  qiymati ma'lumotnomalarda beriladi.

### 3.1. BIR SHINA TASMALI SHINALARNI HISOBLASH



3.1 – rasm.

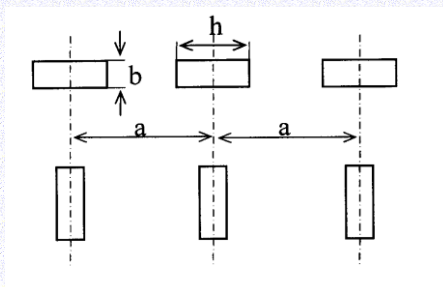
$$a) J = \frac{b \cdot h^2}{12}; \quad w = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad b) J = \frac{b^3 \cdot h}{12}; \quad w = \frac{b^3 \cdot h}{6};$$

Moment ta'sirida bo`lgan shina materialining kuchlanishi quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$\delta = \frac{M}{w} \cdot \frac{f \cdot l^2}{10 \cdot w} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_y^2 \cdot l^2}{w \cdot a}; \quad f = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i_3^2}{a};$$

Bu yerda  $M$  – eguvchi moment;  $w$  – qarshilik momenti,  $\text{sm}^3$ ;  $f$  – teng taqsimlangan kuch;  $l$  – oraliq uzunligi, m;  $i_u$  – q.t. zarbiy toki, A;  $\sigma$  – MP.

### 3.2. IKKI SHINA TASMALI SHINALARNI HISOBLASH



3.2 – rasm.

$$a) J = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad w = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad b) J = \frac{b^3 \cdot h}{12}; \quad w = \frac{b^2 \cdot h}{6};$$

Ikki yo`lli shinalarda kuchlanish bir faza yo`llarining o`zaro ta`sirlari hamda fazalarning o`zaro ta`sirlari  $\sigma_f$  natijasida yuzaga keladi.

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_f;$$

$$\sigma_n = \frac{f_n \cdot l_n^2}{12 \cdot w_n}; \quad f_n = \frac{K_f}{4} \cdot \frac{i_u^2}{b} \cdot 10^{-7}; \quad \sigma_f = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{l_f^2}{a \cdot w_f} \cdot i_u^2;$$

bu yerda  $K_f$  – 3.3 – rasmda tasvirlangan shakllar asosida aniqlanadigan shakl koeffitsiyenti;  $w_n$  – shina bir tasmalining qarshilik momenti,  $\text{sm}^3$ ;  $l_n$  – tiqinlar orasidagi masofa;  $l_n=l$  yoki  $l_n=0,5l$  yoki  $l_n=0,33l$  va h.k. larga teng deb qabul qilinadi.

Bunning uchun ikki shart bajarilishi zarur.

$$l_n < 0,216 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot b}{i_y}} \cdot \sqrt[4]{\frac{E \cdot J_n}{K_f}};$$

(q.t. da shina tasmalarining birlashishiga yo`l qo`yilmaydi)

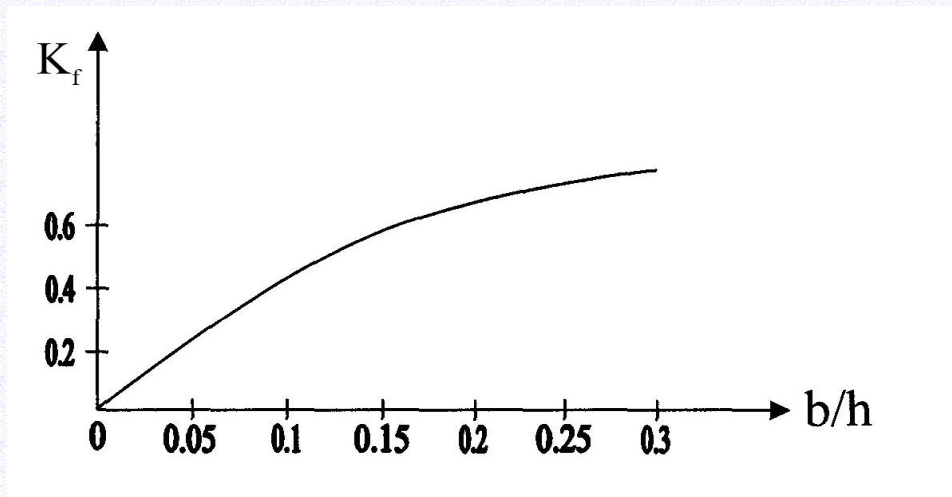
$$I_n < 0,133 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[4]{\frac{E \cdot J_n}{m_n}};$$

(mexanik rezonansga yo`l qo`yilmaydi);

$E$  – shinalar materiali qayishqoqligi moduli, alyuminiy uchun  $E = 7 \cdot 10^{10}$ ;

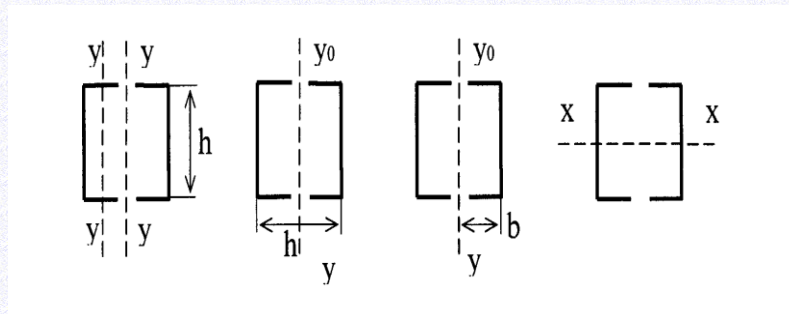
$l$  – shina tasmasi massasining uzunlik birligiga nisbati, kg/m.





3.3 – rasm .  $K_f$ ni aniqlash tavsifi

### 3.3. QUTICHASIMON KESIM YUZALI SHINALARNI HISOBLASH



3.4 – rasm.

$W = W_{y_0-y_0}$  (qattiq birikish mavjudligida);  $W = 2W_{y-y}$  (qattiq birikish mavjud bo`lmaganda).

**MP** shinalaridagi kuchlanishni hisoblash ifodalari:

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_f;$$

$$\sigma_n = \frac{f_n \cdot l_n^2}{12 \cdot w_n}; \quad f_n = 0,5 \cdot i_y^2 \cdot \frac{1}{h} \cdot 10^{-7} \text{ N/m}; \quad \sigma_f = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{l_f^2}{aw_n} \cdot i_y^2.$$

### 3.4. TAYANCH IZOLYATORLARINI HISOBLASH

Qattiq shinalar tayanch izolyatorlariga o`rnatiladi, ularni tanlash quyidagi shartlarga ko`ra amalga oshiriladi:

kuchlanish bo`yicha:  $F_{his} \leq F_{qo'sh}$ ;

yuklama bo`yicha:  $F_{qo'sh} = 0.6 F_{razr}$ .

bu yerda  $F_{razr}$  – buzuvchi eguvchi yuklama.

$$F_{his} = f \cdot l \cdot K_h,$$

bu yerda  $K_h$  – “qovurg`ada” joylashgan shinalarning balandligini to`g`rilovchi koeffisient

$$K_h = \frac{H_{iz} + b + h/2}{H_{iz}},$$

bu yerda  $H_{iz}$  – izolyator balandiligi.

### Masalalarni yechish bo`yicha namunalar

#### 3.1 – MASALA

Quvvati 10 MVA bo`lgan XET xususiy ehtiyoj transformatori zanjiridagi (1.1 – rasm) yopiq taqsimlovchi qurilma – YoTQ shina konstruksiyasining elektrodinamik mustahkamligini tekshirish.

#### YECHIMI

Ish rejimi va termik mustahkamligidan kelib chiqqan holda oldindan tanlangan shinalar quyidagi texnik ko`rsatkichlarga ega:

Shinaning to`g`ri burchakli kesim yuzasi  $80 \times 8 \text{ mm}^2$  o`lchamli,  $I_{joiz} = 1302 \text{ A}$ ;  $G_{joiz} = 90 \text{ MPa}$ . Universal bosh taqsimlovchi qurilma – BTQning tipik chizmalariga muvofiq shina qurilmasi fazalari o`rtasidagi masofa 70 sm ga teng, izolyatorlar o`rtasidagi masofa esa 120 sm ga teng,  $i_q = 220 \text{ kA}$ .

Shinalar joylanishi 3.1 a – rasmda tasvirlangan.

$$\sigma = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_y^2 l^2}{w a};$$

$$w = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,8 \cdot 8^2}{6} = 8,58 \text{ sm}^3;$$

$$\sigma = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{(220 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,2^2}{8,58 \cdot 0,7} = 205 \text{ MPa};$$

Hisoblangan  $G$  ning qiymati uning joiz qiymatidan katta (AD3GTI markali alyuminiy markasi uchun  $G_{joiz} = 90 \text{ MRa}$ ), shuning uchun  $l$  qiymatini kamaytiramiz. Buning uchun  $G = G_{joiz}$  sharti bajarilib  $l_{maks,joiz}$  ning qiymatini aniqlaymiz:

$$l_{maks,joiz} = \sqrt{\frac{\sigma_{joiz} \cdot w \cdot a}{\sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot i_u^2}} = \sqrt{\frac{90 \cdot 8,58 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot (200 \cdot 10^3)^2}} = 0,795 \text{ m}.$$

Montaj sharoitining qulay bo`lishidan kelib chiqqan holda  $l_{maks,joiz} = 0,75 \text{ m}$  deb qabul qilinadi. Xususiy tebranish chastotasini tekshiramiz,

$$f_o = \frac{173,2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{J}{S}} = \frac{173,2}{0,75} \cdot \sqrt{\frac{34}{6,4}} = 710 \text{ Gs}.$$

Tayanch izolyatorini tanlaymiz

$$F = f \cdot l \cdot K_h = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i \cdot y^2}{a} \cdot l \cdot K_h = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(220 \cdot 10^3)^2}{0,7} \cdot 0,75 \cdot 1 = 9150 \text{ N}$$

Shinalar “plashma” bo`yicha joylashtirilganida  $K_h = 1$  uf teng bo`ladi.

OF-20-2000 tipidagi izolyatorlar quyidagi ko`rsatkichlarga ega:  $F_{razr} = 2000 \text{ N}$ ,  $F_{don} = F_{razr} = 0,6 \cdot 2000 = 12000 \text{ N}$ .

## Mustaqil yechish uchun masalalar

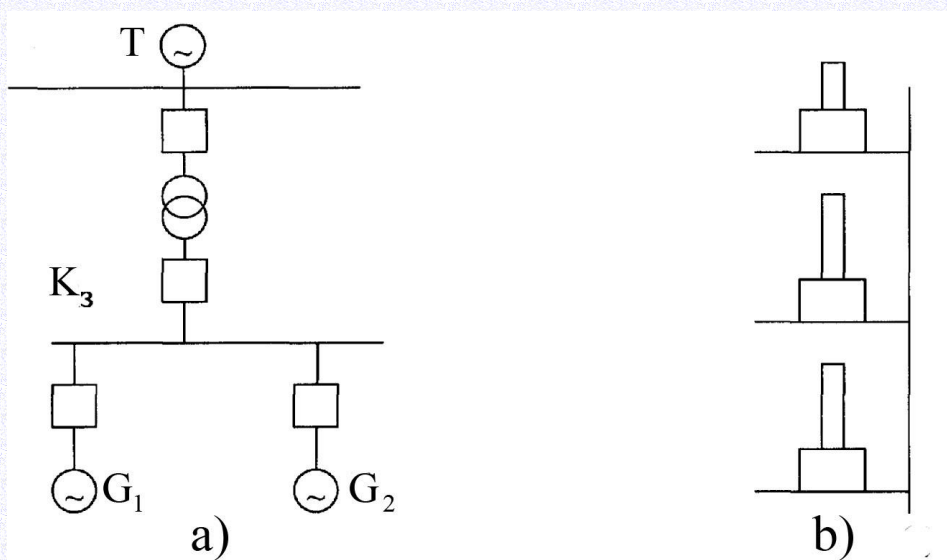
### 3.1 – MASALA

Uch fazali zanjir xar fazasi  $50 \times 50 \text{ mm}^2$  o`lchamdagi to`g`ri burchak kesim yuzali alyuminiy shinalardan tashkil topgan. Fazalar orasidagi masofa 35 sm, tayanch izolyatorlar orasidagi oraliq 120 sm ga teng. Fazalar gorizontal yuzada joylashgan bo`lib, shinalar izolyatorlarga ustma – ust mahkamlangan.

Uch fazali q.t. ning zarbiy toki 38 kA ni tashkil etganda shina materialdagi kuchlanishni aniqlang.

### 3.2- MASALA

3.5.a – rasmdagi sxemadagi G-1 generator zanjiridagi shinaning mexanik mustahkamligi sharti qanoatlantirilishini aniqlang. Shinalar  $120 \times 10 \text{ mm}^2$  kesim yuzali alyuminiy tasmalardan tashkil topgan. Fazalar vertikal yuzada joylashgan bo`lib? Shinalar izolyatorlarga qovurg`a usulda mahkamlangan (3.5,b – rasm). Fazalar orasidagi masofa 60 sm, izolyatorlar tayanchlaridagi oraliq 150 sm.



3.5. – rasm. 2 – masala uchun hisoblash sxemasi

Uch fazali q.t. ning K nuqtadagi boshlang`ich davriy toki tizimdan 25 kA ni, har bir generatordan 12 kA ni tashkil etadi. Nodavriy tokning so`nuvchi vaqt doimiyligi tizim uchun 0,05 s, generator uchun 0,15 s deb qabul qilingan.

Shuningdek shinalar izolyatorlarga ustma – ust o`rnatilgan hol uchun shina materiallari kuchlanishini aniqlang.

### 3.3- MASALA

YotQ – 10 kV ming xususiy ehtiyoj transformatori yacheykasida ish rejimi shartlarini qoniqtiradigan kesim yuzasi  $50 \times 6 \text{ mm}^2$  bo'lgan alyuminiy shina o'rnatilgan. Fazalar orasidagi masofa 70 sm, qisqa tutashuv vaqtidagi zarbli tok 130 kA ni tashkil etgan hol uchun, shinalarning mexanik mustahkamligi ta'minlanadigan izolyatorlar o'rtasidagi qabul qilingan maksimal oraliqni aniqlang.

Shinalar yacheyka devori bo'yicha tushiriladi va izolyatorlarga ustma – ust usulida mahkamlangan.

### 3.4 – MASALA

$60 \times 20 \text{ mm}^2$  kesim yuzali to'g'riburchakli shinalar tayanch izolyatorlariga ustma – ust usulda mahkamlangan. Izolyatorlar o'rtasidagi oraliq 120 sm ni tashkil etadi, uchta faza bitta gorizontal yuzada joylashtirilgan.

Shinalar materialidagi kuchlanishni o'zgartirmasdan qolishi uchun shinalar qovurg'a usuli bilan joylashtirilganda izolyatorlar o'rtasidagi oraliqni qanday o'zgartirishi kerak bo'ladi?

### 3.5 – MASALA

Kesim yuzasi  $100 \times 8 \text{ mm}^2$  bo'lgan alyuminiy shinalardan tashkil topgan ikki yo'lli paket ko'rinishida bajarilgan shinalar qurilmasining elektrodinamik mustahkamligini aniqlang. Fazalar orasidagi masofa 70 sm, izolyatorlar o'rtasidagi oraliq masofa 120 sm, tiqinlar orasidagi masofa 40 sm ni tashkil qiladi. Shinalar gorizontal yuzada joylashgan va izolyatorlarga qovurg'a usuli bilan mahkamlangan. q.t. ning zanjirdagi zarbli tok 75 kA ni tashkil etadi.

### 3.6 – MASALA

Kesim yuzasi  $100 \times 10 \text{ mm}^2$  li alyuminiy shinalardan tashkil topgan ikki yo'lli paket tiqinlari o'rasidagi ruxsat etilgan maksimal oraliqni toping. Shinalar gorizontal yuzada joylashgan va izolyatorlarga ustma – ust mahkamlangan. Izolyatorlar o'rtasidagi oraliq 140 sm, fazalar orasidagi masofa esa 60 sm ga teng.

Uch fazali qisqa tutashuvning boshlang'ich davriy toki 50kA tashkil etadi. Nodavriy tokning o'chish vaqt doimiyligi  $T_a = 0,08 \text{ s}$  ga teng.

### 3.7 – MASALA

Kesim yuzasi  $80 \times 8 \text{ mm}^2$  bo'lgan to'g'riburchak alyuminiy shinalarning elektrodinamik mustahkamligini aniqlang. Shinalar gorizontal yuzada joylashgan va izolyatorlarga ustama – ust mahkamlangan, fazalar o'qlari orasidagi masofa  $a = 70 \text{ sm}$  ni, izolyator o'rtasidagi oraliq esa 120 sm ni tashkil etadi. Uch fazali q.t. ning boshlang'ich davriy toki 40 kA ni, davriy tokning o'chish vaqt doimiyligi esa  $T_a = 0,05 \text{ s}$  ni tashkil etadi.

### 3.8 – MASALA

Ko`rsatkichlari  $I_{ish.mak} = 35000A$ ,  $I_{jadal} = 4000 A$ ,  $T_m = 5500 s$  bo`lgan zanjir uchun qutichasimon kesim yuzali alyuminiy shinalarini tanlang. O`tish toki o`ta qiymati 50kA va vaqt doimiyliigi  $T_a = 1,05 s$  bo`lgan uch fazali q.t dagi shina materiallaridagi kuchlanishni aniqlang. Shinalarning joylashishi 3.4,b – rasmga tasvirlangan bo`lib, fazalar o`rtasida masofa 60 sm ni, tayanch izolyatorlari o`rtasidagi oraliq 100 sm ni va tiqinlar o`rtasidagi oraliq 50 sm ni tashkil etadi.

### 3.9 – MASALA

Kesim yuzasi  $S = 2 \times 240 \text{ mm}^2$  bo`lgan qutichasimon alyuminiy shinalar 3.4,a – rasmdagi ko`rinisha joylashtirilgan va butun uzunligi bo`yicha qattiq birikmaga ega. Uch fazali q.t ning zarbli toki 100 kA ni tashkil etadi. Tayanch izolyatorlari orasidagi jraliq 150 sm ga teng. Fazalar orasidagi masofa 70 sm bo`lgan hol uchun qutichasimon shinalarning shvellerlari payvandlangan joylari orasidagi ruxsat etilgan maksimal oraliqni aniqlang.

### 3.10 – MASALA

Nominal kuchlanishi  $U_n = 6,3 \text{ kV}$  va maksimal yuklama bilan ishlash muddati  $T_m = 65000$  soat bo`lgan TVF – 60 -2 tipidagi genrator uchun qutichasimon profilli alyuminiy shinalarni tanlang. Berilgan generator uchun uch fazali q.t. ning o`ta o`tish va zarbli toklarini hisoblang hamda qutichasimon shinalarni elektrodinamik chidamlikka tekshiring. Shinalar joylashishi 3.4,a – rasmda tasvirlangan ko`rinishga ega va shvellerlar qattiq birlashtirilmagan. Fazalar o`rtasidagi masofa 70 sm, tayanch izolyatorlari o`rtasidagi oraliq 100 sm va tiqinlar orasidagi oraliq 80 sm ga teng.

## 4. NIMSTANSIYALARNING ASOSIY YUQORI KUCHLANISHLI ELEKTR USKUNALARINI TANLASH

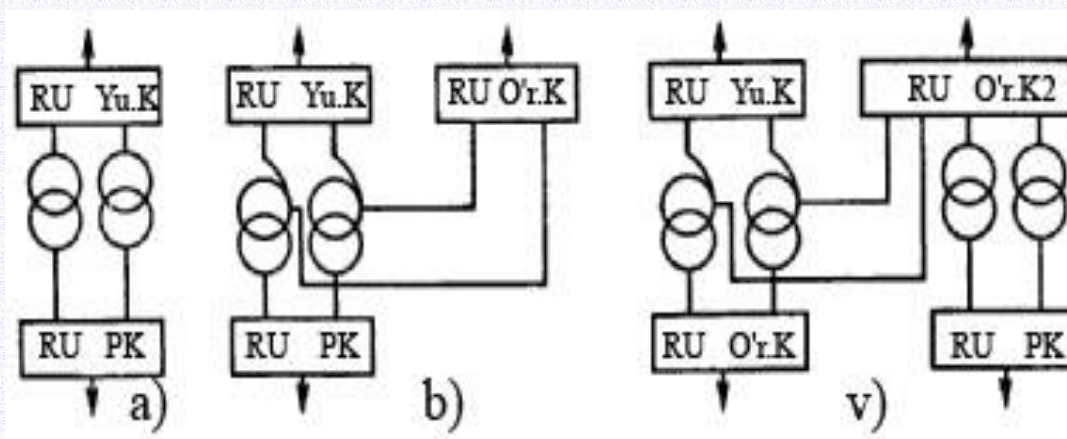
Reja:

- 4.1. Elektrostansiya va nimsiyalarning tizim sxemalari
- 4.2. Bir yoki ikki ishchi tizimli yig`ma shinalar sxemasi
- 4.3. Nimstansiyada transformatorlarning soni va quvvatini tanlash
- 4.4. Stansiya va nimstansiyalarning yuqori kuchlanishli uskunalarni tanlash

### 4.1. ELEKTROSTANSIYA VA NIMSIYALARNING TIZIM SXEMALARI

Elektr qurilmalarining tizim sxemalari generatorlar va transformatorlar soniga, turli xil kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalari o`rtasida generatorlar va

yuklamalarning taqsimlashiga va bu kuchlanishlarning taqsimlovchi qurilmalar-TQ orasidagi o`zaro bog`lanishlariga bog`liq.



**4.1 – rasm. Nimstansiyalarning tizim sxemalari**

4.1 – rasmda nimstansiyalarning tizim sxemalari tasvirlangan. Ikki chulg`amli ikkita transformatoridan iborat bo`lgan nimstansiyalarda (a varianti) elektr energiya tizimidan yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilmaga - Yuk TQ ga uzatiladi, undan so`ng kuchlanishi o`zgartiriladi va past kuchlanishli taqsimlovchi qurilmada - PK TQ da iste`molchilarga taqsimlanadi. RU VN da iste`molchilar o`rtasida uzatiladi va taqsimlanadi. Tarmoq nimstansiyalarida elektr tizimining alohida qismlari o`rtasida aloqa amalga oshiriladi (b variant) va past kuchlanishli PK li iste`molchilar ta`minlanadi. Ikki o`rta kuchlanishli taqsimlovchi qurilma – O`K TQ, yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilmaga - Yuk TQ va past kuchlanishli taqsimlovchi qurilmada - PK TQ dan iborat nimstansiyalarni ham qurish mumkin. Bunday nimstansiyalarda TQ dan so`ng icte`molchilarni ta`minlash uchun ikkita avtotransformator va ikkita transformatorlar o`rnatilgan bo`ladi.

Elektorstansiya PK yoki nimstansiyaninglarning tizim sxemalarini tanlash ikki – uch variantlarining texnik -iqtisodiy ko`rsatkichlarini solishtirish asosida amalga oshiriladi.

Ko`pgina hollarda 220/110/6 – 35 kV kuchlanishli nimstansiyalar uchun seksiyalangan shinalar tizimi, bir yoki ikki ishchi tizimli yig`ma shinalar sxemasidan foydalaniladi.

Bunday sxemalarning variantlari quyida keltirilayotgan jadvallarda tasvirlangan.

## **4.2. BIR YOKI IKKI ISHCHI TIZIMLI YIG`MA SHINALAR SXEMASI**

Bir yoki ikki ishchi tizimli yig`va shinalar tizimi shinalarning aylanma tizimi bilan va usiz ulanishda bitta o`chirgichi mavjud bo`lgan sxemalar katta quvvatli tarmoq nimstansiyalarning o`rta kuchlanish O`K 35 – 220 kV tomonida qo`llaniladi. 35 kV kuchlanishda shinalarning aylanma tizimi qo`llanilmaydi, chunki o`chirgichni reviziya qilish uchun kerak bo`ladigan vaqt qisqa, iste`molchilar esa ko`pgina hollarda elektr energiya icte`moli bo`yicha quyi kategoriyaga mansub (aks holda ularning ta`minoti kamida ikkita lineadan amalgam oshirilgan bo`lardi).

“Bir yoki ikkita shinalar tizimili TQ sxemasi” jadvalida yig`ma shinalarning bir yoki ikkita tizimli sxemasi keltirilgan (tipik sxemalar T harfi bilan belgilangan), shu yerning o`zida ushbu sxema uchun qo`llanilgan kuchlanish hamda ulanuvchilarning ruhsat etilgan soni ko`rsatikgan (yuqori kuchlanishli lliniyaga (Yul) qoidaga ko`ra ikkita transformator ulanadi).

4.1 – jadvalda sxemalarning qo`llanishi doirasi to`g`risida ba`zi bir tushintirishlar va qo`shimcha ko`rsatmalar berilgan.

1 – sxema 35 kV asosiy kuchlanish bo`lgan qishloq xo`jaligi tumanlarida asosan qo`llaniladi. 1 – sxemadan foydalanishda zahira ta`minotiga ega bo`lmagan iste`molchilarni ta`minlovchi radial Yul ning mavjudligi, yoki seksiya o`chirgichlarini yoki shina ajratkichlarini reviziya vaqtida tuman ta`minotining uzilishi mumkin emasligi halaqit berishi mumkin.

2 – sxema ishlab chiqarish NSlarining o`rta kuchlanishida qo`llaniladi. Sxemaning yuqori avariyligi tufayli, ulanishlarni bir shina tizimidan ikkinchisiga tezkor o`chirib yoqishdagi xodimlarning qiladigan xatoliklari tufayli ko`pincha 1 – sxemani qo`llash maqsadga muvofiqdir (yuqorida keltirilganlardan sababga ko`ra 2- sxema tipik sxemalar setkasidan chiqarib tashlashga asos bo`ldi).

Quyidagi mulohazalar asosida 3 – sxema bo`yicha oltitadan ortiq bo`lmagan ulanuvchilarni ulashga ruhsat etilmaydi (ikkita transformator va to`rta Yul): avariya holatida transformator bilan bir paytda ikki liniya va bitta

seksiya o`chirgichi o`chiriladi; tezkor harakatning sekinkigi va Yul larning ahamiyatidan kelib chiqqan holda ularning sonini oshirishga yo`l qo`yilmaydi.

4 – sxema (tipik bo`lmagan) zaruriyat tufayli uchta transformator yoki qo`shimcha ettinchi Yulni o`rnatish to`g`ri kelganda hamda yuqori ishonlilik talab etilganda (aylanma o`chirgichlar bilan birgalikda ikki seksiyali o`chirgichlarni ketma – ket ulash hisobiga) tavsiya etiladi. Boshqa xollarda bu sxema 3 – sxemaga o`xshash.

5 – sxema 3-sxemadan farqi transformatorlarning quvvatini 110 kV kuchlanishda 125 MVA gacha va kuchlanish 220 kV bo`lganda esa 250 MVA gacha oshirish imkonini beradi. Boshqa barcha hollarda bu sxema 3 – sxemadan farqlanmaydi.

Aylanma va seksiy uchun bitta o`chirgich ishlaydigan sxemalarda har safar uni reviziya qilishda yoki aylanma liniyadagi o`chirgich sifatida foydalanilganda seksiyalar orasidagi bog`lanish buziladi. Shuning uchun 3 va 5-sxemalardan faqat tarmoq shartiga ko`ra bo`linishi ruhsat etilgan TQ dagina foydalanish mumkin.

6 – sxema tuman nimstansiyasidan NS ta`minlanayotgan aylanma va seksiyalar uchun umumiy bo`lgan o`chirgich, boshqa ulanishlar hamda o`chirgichlarni ta`mirlash va reviziya vaqtida ikki qismga bo`linishiga ruhsat etilmaydigan holler uchun qo`llanilali. Sxemada ruxsat etilgan ulanishlar soni cheklanmagan (ushbu gurux sxemalar uchun qo`yilgan talablar shartlarning bajarilishi – ya`ni parallel – juft Yok liniyalarning yoki boshqa NS lardan zahiraviy liniyalarning mavjudligi, shuningdek har bir seksiya uchun bittadan ko`p bo`lmagan padial Yok liniyasi bo`lishi zarur).

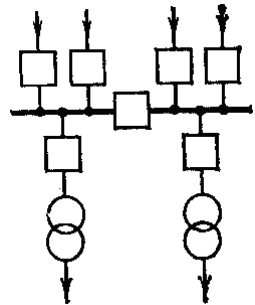
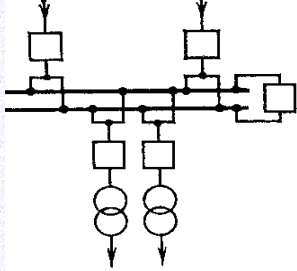
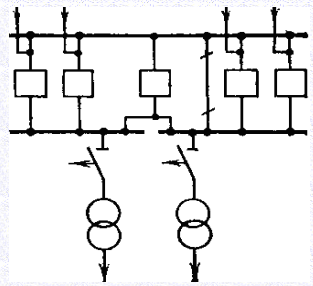
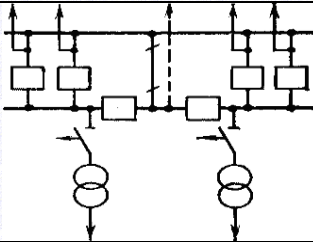
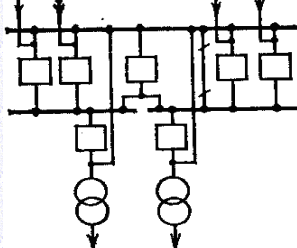
7 – sxema 6 – sxemani qo`llash mumkin bo`lmagan hollarda ishlatiladi. Bu sxema u yoki bu sabablarga ko`ra tuman yoki korxonalar shinalar tizimlarini alohida qisimlarga ajratish yoki alohida Yok liniyalarini sinovdan o`tkazish yoki zahiraviy bo`lmagan ikkitadan kam bo`lmagan radial Yok liniyalarini ulash imkonini beradi. Keltirilgan co`ngi xususiyati bir shinalar tizimining ta`mirlanishi vaqtida qolgan barcha ulanishlarni boshqa shinalar tizimiga

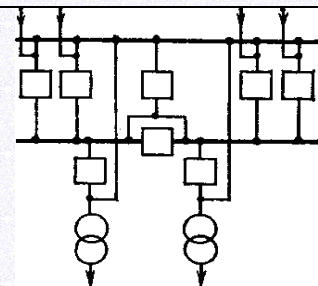
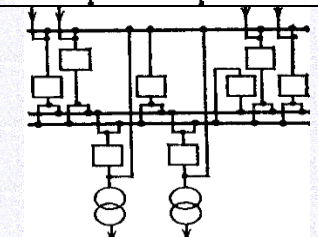
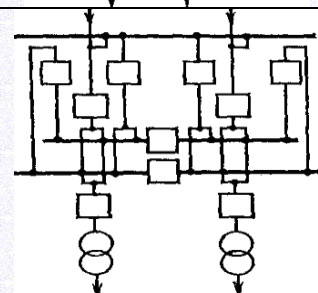


o`tkazish imkonini beradi. Sxema birlashgan taqsimlash qurilmasi - BTQ ga 15tagacha ulanishlarni uiash imkonini beradi.

8 – sxema to`rt transformator qo`llanilishi bilan 7 – sxemaga nisbatan BTQ ishonchligini oshirilgan (uch transformator qo`llanilganida bitta shinalar tizimini seksiyalash mumkin).

4.1 – jadval

Sxemaning tartib raqami	Sxemaning nomlanishi	Sxema	Ulanishlar soni	Kuchlanish, kV		
				35	110	220
1.	Bitta o`chirgich bilan seksiyalangan shinalar tizimi (T)		10 tagacha	+	-	-
2.	Ikkita shinalar tizimi		10 dan ko`p	+	-	-
3.	Bitta ishchi o`chirgich bilan seksiyalangan va seksiya hamda aylanma birlashgan o`chirgichli aylanma shinalar tizimi va transformator (T) zanjirda OD bo`lgan shinalar tizimi		6 tagacha	-	+	+
4	Shuning o`zi le-kin ishchi shina-lar tizimi ikkita o`chirgichlar bilan seksiya- langan		8 tagacha	-	+	+
5.	3 – sxemaning o`zi, lekin transformatorlarning zanjirlarida o`chirgichlari bilan (T)		6 tagacha	-	+	+

6.	Shuning o`zi, lekin alohida seksiyalangan va aylanma o`chirgichlari bilan (T)		7 ta va undan ko`p	-	+	+
7.	Ikkita ishchi va aylanma shinalar tizimi (T)		7 dan 15 gacha	-	+	+
8.	Shuning o`zi, lekin ishchi shinalar tizimi o`chirgichlar bilan seksiyalangan (T)		15 tadan ko`p	-	+	+

Eslatma:

1. T harfi sxema tipik ekanligini bildiradi.
2. Ulanishlar soni 12 tadan ko`p va kuchlanish 220kV bo`lganda har ikkita shinalar tizimi seksiyalanadi.
3. A3 adabiyotda TQ sxemalarining to`liq ro`yxati keltirilgan.

### 4.3. NIMSTANSIYADA TRANSFORMATORLARNING SONI VA QUVVATINI TANLASH

Ko`pincha nimstansiyalarda ikkita transformator yoki ikkita avtotransformator o`rnatilgan bo`ladi. Bu nimstansiyalarda iste`molchilarning elektr ta`minoti, hatto avariya vaqtida transformatorlardan bittasi o`chirilganda ham ishonchli ta`minlanadi.

Ikkita transformatorli nimstansiyaning birinchi yili ekspluatatsiyasi vaqtida, yuklama hisobiy qiymatiga yetmagan vaqtida bitta transformatorning o`rnatilishi kifoya bo`ladi. Bunday ishlar davri davomida o`rta yoki past kuchlanish tarmoqlarida iste`molchilarning elektr ta`minotida zahiralashni ta`minlash kerak bo`ladi. Keyinchalik yuklama hisobiy qiymatiga etgandan keyin ikkinchi transformator ham o`rnatiladi.

Transformator quvvati quyidagi shartlar bo`yicha tanlanadi:

1. Bitta transformator o`rnatilganda

$$S_{nom} \geq S_{maks}$$

2. Ikkita transformator o`rnatilganda

$$S_{nom} \geq 0,7 \cdot S_{maks}$$

3.  $n$  ta transformator o`rnatilganda

$$S_{nom} \geq \frac{0,7 \cdot S_{maks}}{n-1}$$

#### 4.4. STANSIYA VA NIMSTANSIYALARNING YUQORI

##### KUCHLANISHLI USKUNALARNI TANLASH

###### *Yuqori kuchlanishli o`chirgichlarni tanlash*

O`chirgichlarni tanlashda o`n ikkita turli xil ko`rsatkichlarni hisobga olinishi zarur, lekin uni ishlab chiqaruvchi korxonaga ma`lum bir ko`rsatkichlarinigina kafolatlaydi, masalan,  $i_{yoq-nom} \geq i_{o'chir-nom}$ ;  $i_{yoq-nom} \geq 1,8 \cdot \sqrt{2} I_{uzish-nom}$ , quyidagi asosiy ko`rsatkichlariga ko`ra o`chirgichlarni tanlashga ruhsat etiladi:

1. Qurilmaning kuchlanishi bo`yicha  $U_{ish} \leq U_{nom}$ ;
2. Uzluksiz toki bo`yicha  $I_{ish} \leq I_{nom}$ ;
3. O`chirishning simmetrik toki bo`yicha  $I_n \leq I_{o'chir-nom}$ ;
4. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisining o`chirishi

$$i_{at} \leq i_{a.nom} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_{nom} \cdot I_{o'chir-nom}}{100}, \text{ bu yerda } i_{a.nom} - t \text{ vaqti uchun o`chirilayotgan}$$

tokdagi nodavriy tashkil etuvchisining ruxsat etilgan nominal qiymati;

$\beta_{nom}$  – o`chirilayotgan tok tarkibidagi nodavriy tashkil etuvchisining meyoriy qiymati, %;

$i_{at}$  – kontaktlarning ajratilish  $t$  vaqtidagi q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisining qiymati;

$t$  – q.t. ning boshlanishidan to yoy so`ndiruvchi kontaktlarning ajralishigacha bo`lgan eng qisqa vaqt:

$t = t_{pz.min} + t_{0.v}$ ; bu yerda  $t_{pz.min} = 0,01$  sek - himoya relesining minimal harakatlanish vaqti;

$t_{0.v}$ - o`chirgichlarning xususiy o`chirilishi vaqti.

Agar  $I_{nt} \leq I_{o'chir-nom}$  sharti bajarilsa u holda  $i_{at} > i_{a\ nom}$  q.t.ning to'liq toki bo'yicha o'chirilish xususiyatlarini tekshirishga ruhsat etiladi:

$$(\sqrt{2} \cdot I_{nt} + i_{at}) \leq \sqrt{2} \cdot I_{o'chir-nom} \cdot (1 + \beta_{nom} / 100).$$

5. Yoqilish xususiyatiga ko'ra, tekshirish quyidagi shart bo'yicha bajariladi  $i_y \leq i_{yoq}$ ;  $I_{no} \leq I_{yoq}$ , bu yerda  $i_y$  – q.t. ning zarbiy toki;  $I_{no}$  – q.t. tokining davriy tashkil etuvchisining boshlang'ich qiymati;  $I_{yoq}$  – yoqilishning nominal toki.

6. Elektrodinamik pishiqlikning bajariladigan shartlari  $I_{no} \leq I_{din}$  va  $i_y \leq i_{din}$ , bu yerda  $I_{din}$  – q.t. chegaraviy teshib o'tuvchi tokining davriy tashkil etuvchisining haqiqiy qiymati;  $i_{din}$  – katalog bo'yicha elektromexanik pishiqligining eng katta toki.

7. O'chirgichni termik pishiqlikka tekshirish q.t. tokining issiqlik impulsi bo'yicha amalga oshiriladi:  $V_K \leq I_T^2 \cdot t_T$  yoki  $I_{po}^2 (T_a + t_{o'chir}) \leq I_T^2 t_T$ , bu yerda  $V_k$  – hisoblangan q.t. tokining issiqlik impulsi;  $I_T$  – katalog bo'yicha termik pishiqligi toki;  $t_T$  – katalog bo'yicha termik pishiqligi tokining o'tish vaqti, sek. To'liq o'chirish vaqti:  $t_{o'chir} = t_{r3} + t_{ov}$ .

### ***Ajratatuvchi va taqsimlovchilarni tanlash***

Ajratuvchilar va taqsimlovchilarni tanlash quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Qurilmaning kuchlanish bo'yicha:  $U_{qur} \leq U_{nom}$ ;
2. Tok bo'yicha:  $I_{norm} \leq I_{nom}$ ;  $I_{maks} \leq I_{nom}$ ;
3. Konstruksiyasi va qurilmaning turiga qarab;
4. Elektrodinamik pishiqligi bo'yicha:  $i_{zarb} \leq i_{ch.o't}$ ;  $I_{ch.o'ch.} \leq I_{ch.t.o't}$ , bu yerda  $i_{ch.o't}$ ,  $I_{ch.t.o't}$  – q.t. tokining chegaraviy teshib o'tuvchi toklari (amplituda va haqiqiy qiymatlari);

5. Termik pishiqlik bo'yicha:  $V_K \leq I_T^2 \cdot t_T$   $V_k \leq I_T^2 t_T$ .

### ***Saqlangichlarni tanlash***

Saqlangichlarni tanlash quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Qurilmaning kuchlanish bo'yicha:  $U_{qur} \leq U_{nom}$ ;
2. Tok bo'yicha:  $I_{norm} \leq I_{nom}$ ;  $I_{maks} \leq I_{nom}$ ;
3. Konstruksiyasi va qurilmaning turiga qarab;

4. O`chirish toki bo`yicha:  $I_{ch..o`ch.} \leq I_{o`chir}$ , bu yerda  $I_{o`chir}$  – chegaraviy o`chirish toki (simmetrik tashkil etuvchi).

Saqlangichlarning eruvchan qismining nominal toki himoya shartlariga hamda. selektiv tanlash asosida tanlanadi.

### ***Tok transformatorlarini tanlash***

Tok transformatorlari quyidagicha tanlanadi:

1. Qurilma kuchlanishi bo`yicha:  $U_{qur} \leq U_{nom}$ ;

2. Tok boyicha;  $I_{norm} \leq I_{nom}$ ;  $I_{maks} \leq I_{nom}$ .

Qurilmaning nominal toki ishchi tokiga iloji boricha tenglashtirilgan bo`lishi kerak, chunki birlamchi chulg`amning etarli darajada yuklama olmasligi isroflarning oshishiga olib keladi;

3. Konstruksiya va aniqlik klassi bo`yicha;

4. Elektrodinamik pishiqlik bo`yicha:  $i_{zarb} \leq K_{ED} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{nom}$ ;  $i_{zarb} \leq i_{din}$ , bu yerda  $K_{ED}$  – katalog bo`yicha elektrodinamik pishiqlikning karraligi;  $I_{nom}$  – transformator birlamchi nominal toki;  $i_{din}$  – elektrodinamik pishiqlik toki.

Shina transformatorlari tokining elektrodinamik pishiqligi taqsimlovchi qurilma shinalarining turg`unligi bo`yicha aniqlanadi va natijada bunday transformatorlar ushbu shartlar bo`yicha tekshirilmaydi.

### **Tok transformatorlarini tekshirish:**

1. Termik pishiqlik bo`yicha:  $V_k \leq (K_T I_{nom})^2 t_T$ ;  $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$ , bu yerda  $B_k$  – hisoblangan issiqlik impulsi;  $K_T$  – katalog bo`yicha termik pishiqlikning karraligi;  $t_T$  – katalog bo`yicha termik pishiqlik vaqti;  $I_T$  – termik pishiqlik toki;

2. Ikkilamchi yuklama bo`yicha:  $Z_2 \leq Z_{2nom}$ , bu yerda  $Z_2$  – tok transformatorining ikkilamchi yuklamasi;  $Z_{2nom}$  – tanlangan aniqlik klassidagi tok transformatorlarining ruhsat etilgan nominal yuklamasi.

Tok zanjirlarning induktiv qarshiligi katta emas, shuning uchun  $Z_2 \approx r_2$  deb qarash mumkin. Ikkilamchi yuklama o`lchov asboblari va ulovchi simlarning qarshiliklaridan hamda kontaktlarning o`tish qarshiliklari yig`indisiga teng bo`ladi:  $r_2 = r_{o`lchash} + r_{sim} + r_k$ .

O'lcov asboblari qarshiligi quydagi ifoda bilan aniqlanadi:

$r_{o'lv.asb.} = S_{nom} / I_2^2$ , bu yerda  $S_{nom}$  – o'lchov saboblari iste'mol qiladigan quvvat;  $I_2$  – 5A ga teng bo'lgan o'lchov asboblarining ikkilamchi nominal toki.

Kontaktlar qarshiligi ikki – uchta o'lchov asboblari bo'lganda 0,05 Om va undan ko'p bo'lganda esa 0,1 OM deb qabul qilinadi. Ulovchi simlar qarshiligi ularning uzunligi va kesimi yuzasiga bog'liq bo'ladi. Tok transformatori tanlangan aniqlik klassida ishlashi uchun ushbu shart bajarishi lozim:

$r_{o'lv.asb.} + r_{sim} + r_k \leq Z_{2nom}$  va bu ifodadan  $r_{sim} = Z_{2nom} - r_{o'lv.asb.} - r_k$  qiymatini bilgan holda ulovchi simlar kesimi yuzasini quyidagicha aniqlash mumkin:

$q = \frac{\rho l_{his}}{\tau_{sim}}$ , bu yerda  $\rho$  – sim materialining solishtirma qarshiligi. Mis tomirli

simlar ( $\rho = 0,0175$ ) katta quvvatli elektrostansiyalarining 100 MVt va undan katta quvvatli agegatlarning asosiy va yordamchi uskunalarning ikkilamchi zanjirlarida hamda kuchlanishi 220 kV va undan yuqori kuchlanishli nimstansiyalarda ishlatiladi. Boshqa hollarda ikkilamchi zanjirda alyuminiy tomirli simlar ( $\rho = 0,0283$ ) qo'llaniladi;  $l_{his}$  – tok transformatorining ulanish sxemasiga bog'liq bo'lgan simning hisobiy uzunligi. Yulduzcha qilib ulangan uchta TT uchun,  $l_{his} = l$  ga teng, bu yerda  $l$  TT o'rnatilgan joydan o'lchov asbobigacha bo'lgan masofa. To'liqmas yulduzcha qilib ulangan ikkita TT uchun  $l_{his} = l \cdot \sqrt{3}$  bo'ladi. O'ta fazaga ulangan (B faza) bitta TTli sxema uchun  $l_{his} = 2$  bo'ladi.

Kuchlanish pog'onalari bo'yicha TTdan o'lchov asbobigacha ulanadigan simlarning uzunligi: 35 kV..(60–75)m; 110kV..(75–100)m; 220kV.(100–150)m; 500 kV...(150 – 175)m deb qabul qilingan.

### ***Kuchlanish transformatorlarini tanlash***

Kuchlanish transformatori quyidagicha tanlanadi:

1. Uskuna kuchlanish bo'yicha:  $U_{us} \leq U_{nom}$
2. Konstruksiya va chulg'amlarning ulanish sxemasi bo'yicha;
3. Aniqlik klassi bo'yicha;

4. Ikkilamchi yuklama bo`yicha quyidagi shart bajarishi kerak:  $S_{2\Sigma} \leq S_{nom}$ , bu yerda,  $S_{nom}$  – tanlangan aniqlik klassidagi kuchlanish transformatorning nominal quvvati, bunda quyidagilarni e`tiborga olish zarurki, yulduzcha qilib ulangan bir fazali transformatorlar uchun, barcha uch faza quvvatlari yig`indisi olinadi, ochiq uchburchak sxemasi bo`yicha ulangan transformatorlarning quvvati esa bitta transformatorning quvvatini ikkiga ko`paytirganiga tengdir;  $S_{2\Sigma}$  – kuchlanish transformatoriga ulangan barcha o`lchov asboblari va relelar yuklamasi, VA.

Hisoblash ishlarini soddalashtirish maqsadida o`lchov asboblari yuklamasini fazalarga bo`lmasdan hisoblash maqsadga muvofiqdir:

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{\left(\sum S_{us} \cdot \cos \varphi_{us}\right)^2 + \left(\sum S_{us} \cdot \sin \varphi_{us}\right)^2} = \sqrt{P_{us}^2 + Q_{us}^2}.$$

Agar aniqlik klassi bo`yicha tanlangan transformatorning nominal quvvatni ikkilamchi yuklamadan kam bo`lcf, u holda ikkinchi kuchlanish transformatori o`rnatiladi va o`lchov asboblarning bir qismi unga ulanadi.

Mexanik pishiqlik shartiga ko`ra mis simining kesim yuzasi  $1,5\text{mm}^2$  dan kam bo`lmasligi kerak, alyuminiy tomirli simlar uchun –  $2,5\text{mm}^2$  dan kam bo`lmasligi kerak.

### ***Kabellarni tanlash***

Elektr qurilmalarda kabellar keng qo`llaniladi. Qoidaga ko`ra 6 – 10 kV kuchlanishli iste`molchilari kabel liniyalar orqali ta`minlanadilar, ular avval kabel taqsimlash qurilmasining tunnellariga joylashtiriladi, shundan so`ng yerga (zoburlarga) yotqiziladi. Elektrostansiya va nimstansiyalarning xususiy ehtiyoj iste`molchilarini mos shinalarga ulash uchun ham 6 va 0.4kV kuchlanishli kabellar ishlatiladi.

#### **Kabellar quyidagicha tanlanadi:**

1. Qurilma kuchlanishi bo`yicha:  $U_{us} \leq U_{nom}$ ;

2. Tokning iqtisodiy zichligi bo`yicha:  $q_{iqt} = \frac{I_{norm}}{j_{iqt}}$ ;

3. Ruxsat etilgan tok bo`yicha:  $I_{maks} \leq I_{r.et.}$ , bu yerda  $I_{r.et.}$  – yerga bir sath yuzasiga yotqizilgan kabellar sonining tuzatish  $K_I$  koeffisientni va atrof-muhit

haroratining o'zgarishini hisobga oluvchi  $K_2$  koeffisienti hisobiga olingan holdagi ruxsat etilgan uzluksiz tok.  $K_2 \cdot I_{r.et.} = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{r.et.nom.}$   $K_1$  va  $K_2$  tuzatish koeffisientlari, ruxsat etilgan tok qiymatlari adabiyotlarda berilgan bo'ladi.

4. Normal rejim bo'yicha tanlangan kabellarni termik pishiqlikka quyidagi shartlar bo'yicha tekshiriladi;  $\mathcal{G}_k \leq \mathcal{G}_{k.ruxs}$  yoki  $q_{min} \leq q$ .

### ***Egiluvchan shinalarni tanlash***

35 kV kuchlanishli va undan yuqori kuchlanishli TQlarda AS tipdagi simlarda bajarilgan egiluvchan shinalar ishlatiladi. Generator va transformatorlarni 6 – 10 kV kuchlanishli TQ bilan ulash uchun aylanasi bo'ylab halqalar bilan mahkamlangan simlar bog'lamidan iborat egiluvchan tok o'tkazgichlardan foydalaniladi. Bog'lamdagi ikkita sim – po'lat-alyuminiy o'z vazni ogirligi, muzlash va shamol kuchi hosil qiladigan asosiy mexanik yuklamani ko'tarib turadi. Boshqa simlar – alyuminiyli simlar – faqat tok o'tkazuvchidir. Bog'lamdagi ba'zi simlarning kesim yuzasini iloji boricha kattarog'ini tanlash tavsiya etiladi (500, 600 mm<sup>2</sup>), chunki bu simlar soni va o'tkazgichlar narxining pasayishiga olib keladi.

Egiluvchan simlar blokli transformatorlarni UTQ bilan ulasda qo'llanadi.

Kuchlanishi 35kV bo'lgan elektr uzatish liniyalarining simlari, generator kuchlanishining egiluvchan tok o'tkazgichlari tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tekshiriladi:  $q_{iqt} = \frac{I_{norm}}{j_{iqt}}$ , bu yerda  $I_{norm}$  – normal rejim toki (o'ta yuklamasiz);  $j_{iqt}$  – tokning meyorlangan zichligi, A/mm<sup>2</sup>.

Kesim yuzasining qizitishga tekshirish (ruxsat etilgan tok bo'yicha):  $I_{max} \leq I_{r.et.}$  shartiga ko'ra amalga oshiriladi.

Tanlangan kesim yuzasi q.t. tokining termik ta'sirga nisbatan tekshiriladi:

$\mathcal{G}_k \leq \mathcal{G}_{k.ruxs}$ ;  $q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} \leq q$ .  $C$  koeffisienti qiymati 3 – jadval bo'yicha aniqlanadi.

TQ ning egiluvchan shinalari q.t. tokining elektrodinamik ta'siriga tekshirish  $I_k^{(3)} \geq 20kA$  shart bo'yicha va Yok liniyalarning simlari  $i_{zarb} \geq 50kA$  shart bo'yicha amalgam oshiriladi.



Toj shartiga ko`ra tekshirish, kuchlanish 35 kV va undan yuqori bo`lganda egiluvchan o`tkazgichlar uchun zarur. Elektr maydonining yuqori kuchlanishlarida toj ko`rinishidagi razryad sim atrofida paydo bo`ladi hamda chirsillash va yoritilish bilan davom etadi. Sim atrofidagi havoning ionlanish jarayoni qo`shimcha energiya isrofini yuzaga keltiradi, elektromagnit tebranishlarning paydo bo`lishi to`siq radioto`lqinlarni yuzaga keltiradi, ozon paydo bo`liadi, kontakt birikmalarni oksidlanadi.

Toj ko`rinishidagi razryad elektr maydon kuchlanganligining boshlang`ich kritik maksimal qiymatida yuzaga keladi, kV/sm,

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

bu yerda  $m$  – g`adirdirlik koeffisienti, 0,82 ga teng;  $r_0$  – sim radiusi, sm.

Simlar orasi ochilib qolganda sim yuzasi atrofidagi elektr maydon kuchlanishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

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

bu yerda  $U$  – tarmoqning liniya kuchlanishi, kV;  $D_{or}$  - fazalar simlari orasidagi o`rtacha geometrik masofa, sm.

Fazalar gorizontal tarzda joylashtirilganda  $D_{or}=1,26D$  bo`ladi, bu yerda  $D$  – qo`shni fazalar orasidagi masofa, sm.

Simlar orasi ochilib qolganda elektr maydon kuchlanishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E = k \cdot \frac{0,354U}{mr_0 \lg \frac{D_{or}}{r_{ek}}}$$

Faza ikkita parallel o`tkazgichga ajratilganda  $K=1+2 \cdot r_0/a$  bo`ladi, ekvivalent radius esa  $r_{ek} = \sqrt{r_0 a}$ , sm. Bu yerda  $a$  – fazalarning ajratilgan simlari orasidagi masofa  $U = 220$  kV kuchlanish uchun  $a = 20 - 30$  sm.

Agar sim yuzasi maydoning eng katta kuchlanganligi  $0,9E_0$  bo`lsa, u holda simlar ekranlashtirmaydi. Shunday qilib, toj hosil bo`lish sharti quyidagicha ko`rinishga ega bo`ladi;

$$1,07 \cdot E \leq 0,9E_0.$$

## Qattiq shinalarni tanlash

6 – 10 kV kushlanishli yopiq TQ larning shinalashuvi va yig`ma shinalari qattiq alyuminiy shinalardan tayorlanadi. Mis shinalari o`zining narxi balandligi tufayli xatto katta tok yuklamalarida ham ishlatilmaydi. 3000 A gacha toklarda bir yoki ikki yo`lli shinalar qo`llaniladi. Katta toklarda qutichasimon kesim yuzali shinalarni qo`llash tavsfiya etiladi, chunki ular yaqinlik va yuza effektlari tufayli quvvat isroflarining kam bo`lishi va sovish sharoutining yaxshi bo`lishi ta`minlanadi.

Issiqlik uzatishni yaxshilash va shinalarni qulay ekspluatasiya qilish uchun A faza sariq, V faza yashil va S faza qizil rangga bo`yaladi; o`zgarmas tok uchun musbat shinalar – qizil, manfiy shinalar – ko`k rangga bo`yaladi.

Elektr qurilmalarning yig`ma shinalari va shinalashi barcha kuchlanishli ochiq va yopiq TQlarda tokning iqtisodiy zichligi bo`yicha tekshirilmaydi.

1. Shinalar kesim yuzasini tanlash issishi bo`yicha (ruxsat etilgan tok bo`yicha) amalga oshiriladi, bunda nafaqat normal, balki avariya dan keyingi rejim hamda ta`mir davridagi rejim va shinalar seksiyalari orasida toklarning notekis taqsimlanishi e`tiborga olinadi. Tanlash sharti  $I_{ish. max} \leq I_{r.et.}$ , bu yrda  $I_{r.et.}$  – shinalar ustma – ust joylashganini hisobga olib tanlangan kesim yuzali shinalarning qabul qilingan  $\vartheta_{0.nom} = 25^{\circ} C$  havo haroratidan farqli bo`lishi ham hisobga olingan shina uchun ruhsat etilgan tok. Shunda

$$I_{r.et.} = I_{r.et.nom} \cdot \sqrt{\frac{\vartheta_{r.et.} - \vartheta_0}{\vartheta_{r.et.} - \vartheta_{0.nom}}}$$
. Izolyasiyalanmagan simlar va bo`yalgan shinalar

uchun  $\vartheta_{r.et.} = 70^{\circ} C$ ;  $\vartheta_{0.nom} = 25^{\circ} C$  ko`rsatkichlar qabul qilingan, shunda

$$I_{r.et.} = I_{r.et.nom} \cdot \sqrt{\frac{70 - \vartheta_0}{45}}$$
, bu yerda  $I_{r.et.nom}$  – havo harorati

$\vartheta_{0.nom} = 25^{\circ} C$  bo`lgandagi ruhsat etilgan tok;  $\vartheta_0$  – havoning haqiqiy harorati;

$\vartheta_{r.et.}$  – uzluksiz rejimning ruxsat etilgan issitish darajasi (shinalar uchun  $+70^{\circ} S$

qabul qilingan).

2. Q.t. vaqtida shinalarni termik pishiqligini tekshirish  $\mathcal{G}_k \leq \mathcal{G}_{k.r.et.}$  shart bo'yicha yoki  $q_{min} \leq q$  shartiga ko'ra amalga oshiriladi, bu yerda  $\mathcal{G}_k$  – q.t. toki bilan shinalarni issitish harorati;  $\mathcal{G}_{k.r.et.}$  – q.t. tokida shinalarni ruxsat etilgan isitish harorati;  $q_{min}$ –termik chidamlilik bo'yicha minimal kesim yuzasi;  $q$  – tanlangan kesim yuzasi.

### **Bir yo'lli shinalarning mexanik hisobi**

Eng katta elektromexanik kuch uch fazali ishdan chiqishda yuzaga keladi, shuning uchun ham kelgusidagi hisoblashlarda uch fazali q.t.ning zarbiy toki hisobga olinadi. Hisoblarni soddalashtirish uchun (3) indeksi tishirilib qoldiriladi.

Bir tekis taqsimlangan kuch  $f$  eguvchi moment josisil qiladi, N·m:

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

bu yerda  $l$  – shina konstrukdiyalar orasidagi oraliqning uzunligi, m.

Eguvchi moment ta'sirida shina materialida mexanik kuchlanish hosil

$$\text{bo'ladi, MPa, } \sigma_{hisob} = \frac{M}{W} = \frac{f \cdot l^2}{10 \cdot W} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_{zarb}^2 \cdot l^2}{W \cdot a},$$

bu yerda  $W$  – perpendikulyar kuch ta'siridagi o'qqa nisbatan shinning qarshilik momenti,  $\text{sm}^3$ .

Shinalar mexanik mustahkam bo'ladi, qachonki  $\sigma_{hisob} \leq \sigma_{r.et.}$  sharti bajarilsa, bu yerda  $\sigma_{r.et.}$  – shina materiali uchun ruhsat etilgan mexanik kuchlanish. Shina materiallarining mexanik tavsiflari 4.2 – jadvalda keltirilgan.

4.2 – jadval

Shina materialining mexanik tavsiflari				
Materiali	Markasi	Buzilish kuchlanishi, $\sigma_{buz}$ MPa	Ruxsat etilgan kuchlanish, $\sigma_{rux}$ MPa	Qayishqoqlik moduli $E$ , Pa
Alyuminiy	ADO	60-70	40	$1 \cdot 10^{10}$
Alyuminiy qotishma	ADZ1T	130	75	-
Alyuminiy qotishma	ADZ1T1	200	90	-
Mis	MGT	250-300	140	$10 \cdot 10^{10}$
Po'lat	St3	370-500	160	$20 \cdot 10^{10}$

### ***Izolyatorlarni tanlash***

Taqsimlash qurilmalarida shinalar tayanch, o'tish va osib qo'yilgan izolyatorlarga o'rnatiladi. Qattiq shinalar tayanch izolyatorlariga mahkamlanadi, ularni tanlash quyidagi shartlar bo'yicha amalga oshiriladi;

1. Nominal kuchlanish bo'yicha  $U_{\text{qur}} \leq U_{\text{nom}}$ ;  $\mathcal{G}_{\text{urn}} \leq \mathcal{G}_{\text{nom}}$

2. Ruhsat etilgan yuklama bo'yicha;  $F_{\text{hisob}} \leq F_{\text{r.et}}$ , bu yerda  $F_{\text{hisob}}$  – izolyatorga ta'sir etuvchi kuch;  $F_{\text{r.et}}$  – izolyator boshchasiga to'g'ri keladigan ruhsat etilgan yuklama;  $F_{\text{r.et}} = 0,6F_{\text{razr}}$ , bu yerda,  $F_{\text{razr}}$  - egiluvchanlikni buzuvchi yuklama.

Barcha fazalar izolyatorlari gorizontal va vertikal joylashgandagi hisobiy kuch,

$$N: F_{\text{hisob}} = \sqrt{3} \cdot \frac{i_z^2}{a} \cdot l \cdot k_h \cdot 10^{-7} = f_f \cdot l \cdot k_h,$$

bu yerda  $k_h$  – shina yoni bilan joylashtirilgan hol uchun shina balandligining tuzatish koeffitsienti:  $k_h = H / H_{iz}$ ;  $H = H_{iz} + b + h/2$ ,

bu yerda  $H_{iz}$  – izolyator balandligi.

O'tish izolyatorlari quyidagicha tanlanadi:

1. Kuchlanish bo'yicha  $U_{\text{qur}} \leq U_{\text{nom}}$ ;

2. Nominal tok boyicha  $I_{\text{max}} \leq I_{\text{nom}}$ ;

3. Ruhsat etilgan yuklama bo'yicha  $F_{\text{hisob}} \leq F_{\text{r.et}}$ .

O'tish izolyatorlari uchun hisobiy kuch,  $N$ ,  $F_{\text{hisob}} = 0,5f_f \cdot l$  bilan aniqlanadi.

### ***Shinalar haroratini aniqlash tartibi***

1. Normal rejimda shinalar harorati quyidagi formula bilan aniqlanadi;

$$V_N = V_O + (V_{\text{r.et.}} + V_{O.\text{nom}}) \cdot \left( \frac{I_{\text{ishmaks}}}{I_{\text{r.et.}}} \right)^2$$

bu yerda,  $V_O$  – atrof – muhit harorati (35<sup>0</sup>S),  $V_{\text{r.et.}}$  – shina uchun ruxsat etilgan uzluksiz harorati (70<sup>0</sup>S),  $V_{O.\text{nom}}$  – atrof – muhit nominal harorati (25<sup>0</sup>S),  $I_{\text{ish.maks}}$  – maksimal ishchi toki,  $I_{\text{r.et.}}$  – ma'lumotnomalarda beriladigan shinalarning ruhsat etilgan toki. 4.1 – rasmda q.t. vaqtidagi o'tkazgichlarning qizish haroratlari tavsifi ifodalangan.

2.  $f_n = F(V_n)$  tavsif bo'yicha q.t. vaqtidagi chinalarning harorati topiladi.

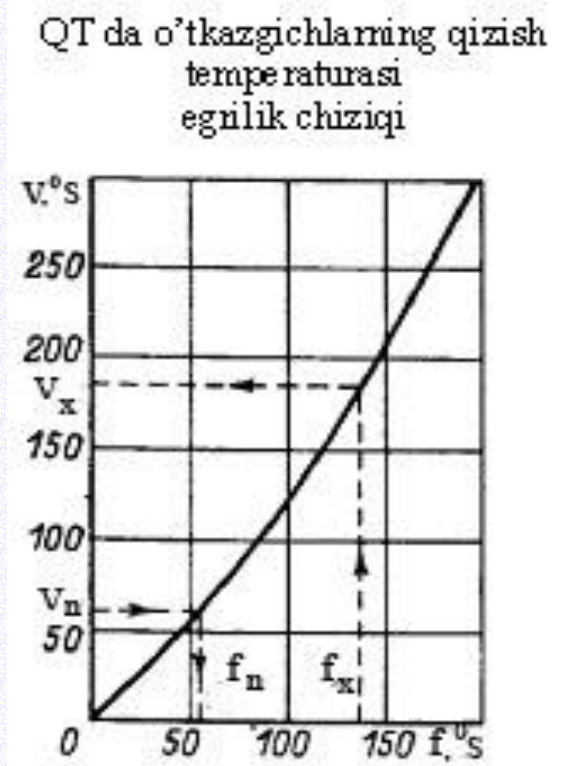
3. Q.t. oxiridagi shinaning harorati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$f_{ox} = f_{bosh} + k \cdot F_k / q^2$ , bu yerda  $k$  – shina materialining solishtirma qarshiligi va issiqlik sig'imini hisobga oluvchi koeffisient (4.3 – jadvajga qarang),  $F_{ox}$  – q.t. oxiridagi hisobiy harorat,  $f_{bosh}$  – q.t. vaqtidagi o'tkazgichlarning harorati.

$k$  koeffisienti qiymatlari

4.3 – jadval

O'tkazgich	$k$ koeffisienti qiymatlari, $mm^4 \cdot S / (A^2 \cdot S) \cdot 10^{-2}$
Alyuminiy shinalar, ochiq alyuminiy simlar, alyuminiy tomirli va plastmassa izolyasiyalı kabellar, to'liq alyuminiy tomirli va shimdirilgan qog'ozli izolyasiyalı kabellar.	1,054
Xuddi shuning, faqat mis tomirli	0,4570
Ko'p alyuminiy tomirli va shimdirilgan qog'ozli izolyasiyalı kabellar	0,9350
Xuddi shuning, faqat mis tomirli	0,4186



4.1 – rasm.

$f_n$  – q.t. vaqtda o'tkazgichning harorati

4. Q.t. oxirida shina haroratini  $V_k = F(f_k)$  grafik bo'yicha aniqlanadi.

5. Agar  $V_k \leq V_{k.r.et.}$ ,  $V_k \leq 200^\circ C$  bo'lsa shinalar termik mustahkam bo'ladi.

Q.t.da o'tkazgichlar va apparatlarning ruhsat etilgan oxirgi haroratlari

4.4 – ladvalda kelnirilgan.

## Q.t.da o`tkazgichlar va apparatlarning ruhsat etilgan oxirgi haroratlari

4.4 – jadval

O`tkazgichlar va apparat qismlari nomlanishi	Oxirgi harorati, °S
Mis shinalar	300
Alyuminiy shinalar	200
Berilgan quyidagi kuchlanishdagi shimdirilgan qog`oz izolyasiyalikabellar, kV:	
1	250
6-10	200
20-35	130
110-220	125
Mis, alyuminiy tomirli kabellar va quyidagicha izolyatsiyalangan simlar:	
Polivinil xlorid plastik	160
Rezina	160
Polietilen(35kV gacha)	130
Vulkanizasiya qilingan polietilen(35kVgacha)	250
Quyidagi og`irlik kuchida izolyatsiyalanmagan mis simlar, N/mm <sup>2</sup>	
20dan kam	250
20 va undan ortiq	2009
Quyidagi og`irlik kuchida izolyatsiyalanmagan alyuminiy simlar, N/mm <sup>2</sup>	
10dan kam	200
10 va undan ortiq	160
Po`latalyuminiy simlarining alyuminiy qismi	200

### **REAKTORLARNI TANLASH**

Reaktorlardan foydalanish o`tkazgichlar va apparatlarning elektordinamik va termik chidamlilikka bo`lgan talablarni kamaytirishga imkon beradi; elektr qurilmalarning qator elementlari, shuningdek, elektorstansiyalar generatorlari o`tish jarayonlaridagi ishini engillashtiradi; elektr qurilmalar va taqsimlovchi tarmoqlar narxini kamayishiga olib keladi. Reaktorlar 6 – 10 kV kuchlanishli tarmoqlarda g`ida keng qo`llanadi, bu tarmoqlarning ichki va tashqi qurilmalarida turli uruq betonli reaktorlar ishlatiladi.

Reaktorlarining asosiy ko`rsatkichlariga quyidagilar kiradi: nominal kuchlanishi, uzluksiz nominal toki, reaktivligi (foizlarda va belgilangan birliklarda), nominal sharoitlardagi aktiv va o`tkichi quvvat isroflari, shuningdek reaktorlarning termik va elektrodinamik chidamliliklarini xarakterlovchi ko`rsatkichlar.

Reaktorda kuchlanishning pasayishi:  $\Delta U_r = \sqrt{3} \cdot J_r \cdot x_r \cdot \sin \varphi_{n2}$  ga teng.

Normal ish rejimida reaktordagi kuchlanishning pasayishi, odatda 1–1,5% dan oshmasligi ikerak; iste'molchilar kompensatsiyalovchi qurilmalarning mavjud bo'lishi kuchlanishning reaktorda nisbatan yuqori foizda 2 – 3 %gacha past bo'lishiga ruhsat etiladi.

Stansiya va nimstansiyalarda uskunalarni tanlashda odatda ikki turdagi o'chirgichlar tanlanadi: katta quvvatli – generator zanjiri uchun (MG,MPP) va kichik quvvatli 6 – 10 kV kuchlanishli (VMP – 10) tarqaluvchi tarmoq zanjirlari uchun tanlanadi. Tarqaluvchi elektr uzatuvchi liniyalar EUL zanjirida katta quvvatli generator o'chirgichlarini o'rnatish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, shuning uchun q.t. tokini cheklash uchun VMP, VMPP, VMPE, VK, VKE, VE turdagi o'chirgichlardan foydalanish hamda chiziqli yoki bir nechta iste'molchiga mo'ljallangan quvvati kattaroq bo'lgan ikkilangan RBSG va boshqa turdagi reaktorlar ketma – ket ulanadi.

#### **Reaktorlarni tanlash quyidagi punktlar boyicha amalga oshiriladi:**

1. Kuchlanish bo'yicha  $U_{nom} \leq U_{tarm-nom}$ ;
2. Tok bo'yicha  $I_{nom} \leq I_{norm, hisob}$ ;  $K_P I_{NOM} \geq I_{PROD, hisob}$ ;
3.  $i_{din} \geq i_{zarb}$

$$4. I_d \cdot \sqrt{t_T} \geq \sqrt{B_k}$$

$X_p$  ning reaktivligi q.t. toklarining va normal rejimdagi reaktorda kuchlanishning ruxsat etilgan pasayishini zarur cheklanishlari shartlariga ko'ra tanlanadi.

### **5. Stansiya va nimstansiyalarning asosiy yuqori kuchlanishli uskunalarni tanlashga oid amaliy masalalar yechish uchun namunalari**

#### **1 – Masala**

G2 generator zanjirida oshinovka va 10 kV kuchlanishli yig'ma shinalar tanlansin (5.1 – rasm). Q.t. toklarining qiymatlari 1 – jadvalda berilgan.  $T_{max} = 6000$  s., o'rtacha oylik harorat eng issiq oylar uchun 30<sup>o</sup>S deb qabul qilingan.

## YECHIMI

Yig`ma shinalar tokning iqtisodiy zichligi bo`yicha tanlanmadi, shuning uchun shina kesimi yuzasini ruhsat etilgan tok bo`yicha tanlaymiz.

Yig`ma shinalar zanjirida eng katta tok:

$$I_{maks} = \frac{P_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom} \cdot 0,95 \cos\varphi} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,95 \cdot 0,8} = 4563 \text{ A}.$$

A1 adabiyot bo'yicha qutichasimon kesim yuzali  $2 \times 1370 \text{ mm}^2$  bo`lgan  $2(125 \times 55 \times 6,5) \text{ mm}^2$  profilli shinani tanlaymiz,  $I_{r.et.nom} = 4640 \text{ A}$  ga teng. **8 – jadvalga** ko`ra havo harorati ( $30^0\text{S}$ ) tuzatish koeffisienti 0,94 ekanligini hisobga olgan holda  $I_{r.et.} = 0,94 \cdot 4640 = 4362 \text{ A}$  gat eng bo`ladi, bu  $I_{max}$  dan kichik, shuning uchun  $2(150 \times 65 \times 7) \text{ mm}^2$   $2 \times 1785 \text{ mm}^2$  kesim yuzali shinani tanlaymiz;  $I_{r.et.s} = 0,94 \cdot 5650 = 5311 \text{ A} > I_{max} = 4563 \text{ A}$  gat eng bo`ladi.

Yig`ma shinalarni termik chidamliligini tekshirish. Joule integrali formulasi bo`yicha

$$B_k = I_{n0}^2 (t_{uch} + T_a) = 64,98^2 (4 + 0,185) = 17670 \text{ kA}^2 \cdot \text{s},$$

bu yerda  $t_{och.} = 4 \text{ s}$ , quvvatli 60 MVt va undan katta quvvatli bo`lgan generatorlar zanjirining o`chish vaqti uchun (rezerv himoya ta`siri vaqti);  $T_a = 0,185\text{s}$ , kuchlanishi 6-10 kV bo`lgan elektrostansiyalarining quvvati 30-60 MVt bo`lgan generatorlari shinalarining vaqt doimiyligi. 5.1 – jadvalda q.t. manbalaridagi toklari qiymatlari keltirilgan.

Q.t. toki qiymatlari

5.1 – jadval

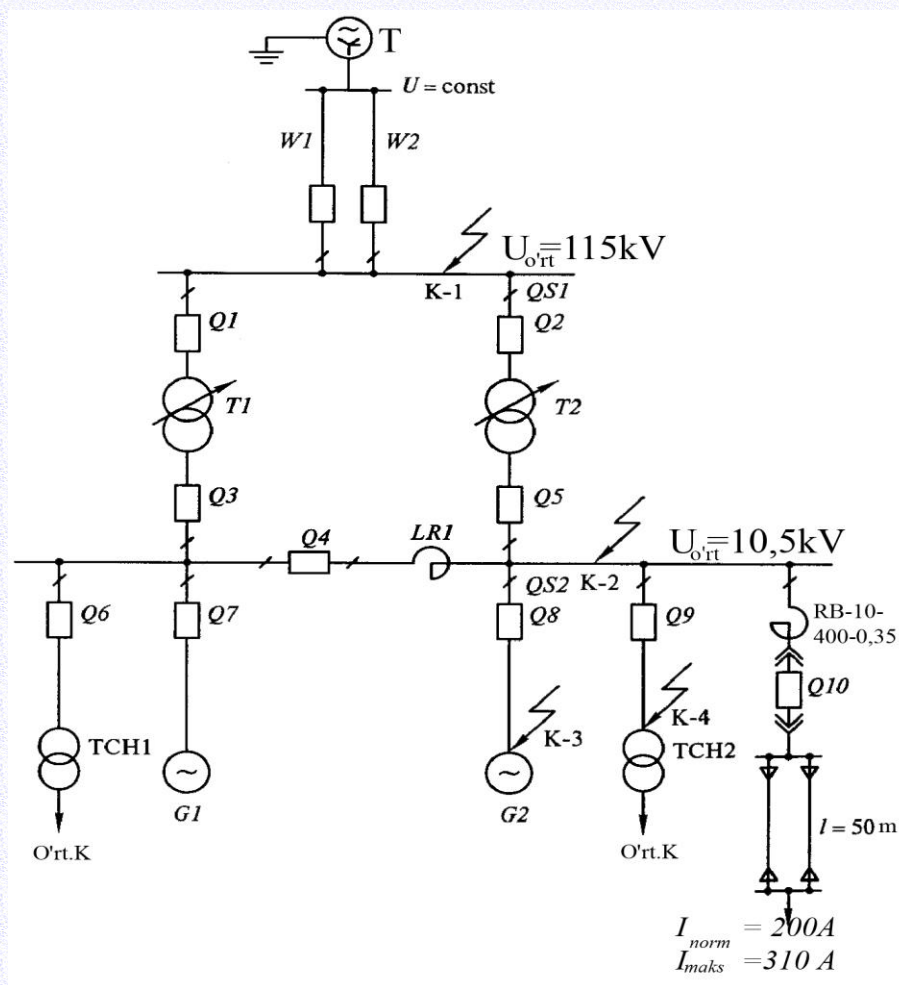
Q.t. nuqtasi	Manba	$I_{p0}$ , kA	$I_{p\tau}$ , kA	$I_{a\tau}$ , kA	$i_{zarb}$ , kA
K – 1, U = 110 kV	Tizim	6,62	6,62	1,4	15
	G1,G2 generatorlari	2,294	2,02	1,62	6,26
	Jami:	8,914	8,64	3,02	21,26
K – 2, U = 10 kV	Tizim	19,23	19,23	9,49	51,5
	G1 generatori	14,5	10,3	12,27	40,0
	G2 generatori	31,25	22,19	26,44	86,14
	Jami:	64,98	51,72	48,20	177,64



Termik chidamlilik shartlariga ko`ra minimal kesim yuza quyidagi formula bo`yicha aniqlanadi:

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{17670 \cdot 10^3}}{91} = 1460 \text{ mm}^2 < 2 \cdot 17885 \text{ mm}^2,$$

bu yerda, **3 – jadval** bo`yicha AD1N markali alyuminiydan tayorlangan shinalar uchun  $S = 91$ .  $q_{\min} < q = 2 \cdot 1785 \text{ mm}^2$  sharti bajarilgani uchun shinalar termik chidamlidir.



**5.1 –rasm. Tok o`tkazuvchi qismlari va apparatlarini tanlash hisob sxemasi.**

Alohida elementlarning ko`rsatkichlari:

T1, T2 – TDN-40000/110,  $S_{nom} = 40 \text{ MVA}$ ,  $u_k = 10,5\%$ ; G1 –TVF-63-2,  $S_{nom} = 78,75 \text{ MVA}$ ,  $U_{nom} = 10,5 \text{ kV}$ ,  $x''_d = 0,139$ ; LR1 – RTOS – 10 4000-0,18,  $I_{nom} = 4000 \text{ A}$ ,  $x_r = 0,18 \text{ Ohm}$ ; W1, W2 –  $l = 50 \text{ km}$ ,  $U_{nom} = 110 \text{ kV}$ , tizim S,  $U = \text{Const}$ ,  $U_* = 1$

### ***Yigma shinalarni mexanik mustahkamlikka tekshirish***

Hisoblashni mexanik qurilmadagi tebranish jarayonini hisobga olmasdan amalga oshiramiz, chunki qutichasimon profilli shinalar katta inersiya momentiga ega. Shinalar shvellarlari butun uzunlik bo'yicha payvand choki bilan qattiq biriktirilgan, uning qarshilik momenti  $W_{zarb.o-zar.o} = 167 \text{sm}^2$  ga teng.

Shina to'g'ri burchakli uchburchakning cho'qqisiga joylashganda hisoblash formulasini 6 – jadvaldaga ko'ra qabul qilamiz:

$$\sigma_{f.\max} = 2,2 \frac{i_{zarb}^2 l^2}{a W_{zarb.o-zar.o}} 10^{-8} = 2,2 \frac{177640^2 \cdot 2^2 \cdot 10^{-8}}{0,8 \cdot 167} = 20,8 \text{ MPa},$$

bu yerda  $l = 2 \text{ m}$ ,  $a = 0,8 \text{ m}$  deb qabul qilingan;

$$\sigma_{his} = \sigma_{f.\max} + \sigma_n = 20,8 + 0 < \sigma_{ruxs} = 75 \text{ MPa},$$

bu yerda qutichasimon profilli shinaning qattiq birikmasi uchun  $\sigma_n = 0$  ga teng deb qabul qilinadi.

Tanlangan shinalar mexanik mustahkam.

### ***Izolyatorlarni tanlash***

IO-10-20UZ tayanch izolyatorlarini tanlaymiz.

$F_{r.et.} = 20 \text{ kN}$ . Izolyator balandligi  $H_{iz} = 134 \text{ mm}$  [2].

***Izolyatorni mexanik chidamlilikka tekshiramiz.***

6 – jadvalga ko'ra egiluvchanlikka ta'sir etuvchi maksimal kuch:

$$F_E = 1,62 \frac{i_{zarb}^2 l}{a} 10^{-7} = \frac{1,62 \cdot 177640^2 \cdot 2}{0,8} 10^{-7} = 12780 \text{ N} = 12,78 \text{ kN}.$$

Qutichasimon shinalar balandligiga tuzatish kiritish koeffisienti:

$$k_h = \frac{H}{H_{iz}} = \frac{H_{iz} + c + h/2}{H_{iz}} = \frac{134 + 7 + 150/2}{134} = 1,61.$$

Shunday qilib IO-10-20UZ izolyatorlari mexanik pishiqlik bo'yicha sinovdan o'tmadi.

IO-10-42,50kVUZ izolyatorlarni tanlaymiz:  $F_{ruxs} = 42,50 \text{ kN}$ ;  $N_{iz} = 230 \text{ mm}^2$ ;

$$F_{his} = 1,35 \cdot 12,78 = 17,22 \text{ kN} < F_{ruxs} = 0,6 \cdot 42,50 = 25,5 \text{ kN},$$

bu yerda  $k_h = \frac{230 + 7 + 150/2}{230} = 1,35.$

Yig`ma shinalarni o`rnatish uchun IO-10-42,50 kv UZ turdagi izolyatorlarni [2] tanlaymiz.

IP-10/5000-42,5U2 [3] o`rnatish izolyatorlarini tanlaymiz -  $U_{nom} = 10$  kV;

$I_{nom} = 5000$  A  $>$   $I_{max} = 4563$  A;  $F_{ruxs} = 42,5$  kN. Izolyatorlarni mexanik chidamlilik katekshiramiz:

$$F_{hisob} = 0,5F_i = 0,5 \cdot 12,78 = 6,39 < 0,6 \cdot 42,5 = 25,5 \text{ kN}$$

### ***G2 generatori zanjiriga shinalar tanlash***

Generatorlarning nominal toki (normal rejim uchun)

$$I_{nom} = \frac{P_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom} \cos \varphi} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,8} = 43,35 \text{ A}$$

Generator zanjiridagi eng katta tok:

$$I_{max} = \frac{P_{nom}}{\sqrt{3}0,95U_{nom} \cos \varphi} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,95 \cdot 10,5 \cdot 0,8} = 4363 \text{ A}$$

Yopiq TQ chegarasida oshinovka ruhsat etilgan tok bo`yicha tanlanadi. Qutichasimon profilli alyuminiy shinalarni tanlaymiz-2(150x65x7)mm<sup>2</sup>. Q.t. ning hisoblash toki generator zanjirida **1-jadval** bo`yicha  $I_{n0} = 19623 + 1465 = 33,73$  kA (G1 tarmoq +tizim) yig`ma shinalarga nisbatan kichikroq bo`lgani uchun generator zanjiri oshinovkasi termik chidamli.

### ***Shinalarni mexanik pishiqlikka tekshirish***

Yig`ma shinalardan to BTQ o`chirgichigacha shinalash 2.a – rasmda tasvirlangan,  $l = 2$  m,  $a = 0,6$  m deb qabul qilamiz, shinalar shvellerlari izolyatorlarga joylarida o`rnatish qattiq biriktirilgan. ( $l_n = l$ )

1-jadval bo`yicha hisoblash toki  $i_{zarb} = 51,5 + 40,0 = 91,5$  kA ga teng, unda shina materialidagi kuchlanish fazalarning o`zaro ta`siri quydagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{f,max} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \frac{i_{zarb}^2 l^2}{W_f a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot 2^2 \cdot 91500^2}{167 \cdot 0,6} = 5,78 \text{ MPa,}$$

bu yerda  $W_f = W_{uo-uo}$  boyicha  $W_{uo-uo} = 167$  sm<sup>2</sup> ga teng [2].

Yo'llarning o'zaro ta'siri natijasida shinalar materiali kuchlanishi ushbu formula orqali tekshiriladi:

$$\sigma_n = \frac{f_n l_n^2}{12W_n} = \frac{0,5i_{zarb}^2 \cdot 10^{-7} l_n^2}{h \cdot 12W_n} = \frac{0,5 \cdot 91500^2 \cdot 10^{-7} \cdot 2^2}{0,15 \cdot 12 \cdot 14,7} = 63,3 \text{ MPa},$$

bu yerda  $h = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$ ;  $W_p = W_{uo-uo} = 14,7 \text{ sm}^3$ . **I 3.5 – jadval** bo'yicha:

$$\sigma_{his} = \sigma_f + \sigma_p = 5,78 + 63,3 = 69,08 \text{ MPa} < \sigma_{ruks} = 75 \text{ MPa},$$

shuning uchun shinalar mexanik chidamli.

### ***Komplekt tok o'tkazgichlarni tanlash***

Generatorning chiqishdan to bosh korpusgacha va undan uzaqroqda bo'lgan bosh taqsimlovchi qurilmagacha tok uzatuvchi qismlari fazalardan ekranlashtirilgan tok o'tkazuvchi komplekslardan tayorlanadi. TEKN – 20/7800 ni tanlaymiz:  $U_{nom} = 20 \text{ kV}$ ;  $I_{nom} = 6800 \text{ A}$ ;  $i_{din} = 250 \text{ kA}$ .

Tok o'tkazuvchini tekshiramiz

$$I_{max} < I_{nom}; 4563 \text{ A} < 6800 \text{ F};$$

$$i_{zarb} < i_{din}; 91,5 \text{ kA} < 250 \text{ kA}$$

### **2 – Masala**

110 kV li yig'ma shinalar va ulardan to transformator chiqishigacha tok uzatuvchilarni 1 – misol shartlariga ko'ra tanlaymiz.

Transformator tipi TDN – 40000/110,  $T_{max} = 6000 \text{ s}$ .

110kV kuchlanishli shinalarda q.t. toki:  $I_{no}^{(3)} = 8,91 \text{ kA}$ ;  $i_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$ .

### **YECHIMI**

110 kV kuchlanishli yig'ma shinalarni tanlaymiz, chunki yig'ma shinalar tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlanmaydi, kesim yuzasini shinalarga maksimal yuklamaga qarab tanlaymiz, yuklamana eng katta quvvatli birikmaga tokiga, bu holatda transformatorga tenglashtiramiz

$$I_{ruks} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{40000}{\sqrt{3}110} = 210 \text{ A};$$

$$I_{max} = 1,4I_{ном} = 294 \text{ A}$$

[2] bo'yicha AS- 95/16;  $q = 95 \text{ mm}^2$ ;  $d = 13,5 \text{ mm}$   $I_{r.et.} = 330 \text{ A}$  larni olamiz. Fazalar gorizontol joylashgan. Orasidagi masofa 300 sm.

$I_{no}^{(3)} < 20 \text{ kA}$  bo'lgani uchun **shinalarni aylanishga tekshirilmaydi.**

Shinalar ochiq havoda ochiq simlardan tauorlanganligi sababli q.t. tokin termik ta'sirga tekshirilmaydi.

Berilgan holat uchun tojlanish shartlariga ko'ra tekshirish o'tkazilmasligi mumkin, chunki elektrotexnik qurilmalari tarrkibi Qoidalariga muvofiq 110 kV Yol o'tkazgichlarini minimal kesm yuzasi 70 mm<sup>2</sup>ni tashkil etadi. 110 kV kuchlanishli OTQ simlari orasidagi oraliq Yol larnikiga nisbatan klchikligini hisobga olib hamda tojlanishni hisoblash uslubiyatini tushuntirish maqsadida tekshirish hisoblarini amalga oshiramiz.

Quyidagi formula boyicha boshlang'ich kritik kuchlanganlikni aniqlaymiz:

$$E_o = 30,3m \left( 1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_o}} \right) = 30,3 \cdot 0,82 \left( 1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,68}} \right) = 33,8 \text{ kV/sm.}$$

Sim atrofidagi kuchlanganlikni quyidagi formula boyicha aniqlaymiz:

$$E = \frac{0,354U}{r_o \lg \frac{D_{ort}}{r_o}} = \frac{0,354 \cdot 121}{0,68 \lg \frac{1,26 \cdot 300}{0,68}} = 22,94 \text{ kV/sm.}$$

Elektr stansiya shinalarida  $1,1U_{nom}$  kuchlanish ushlab turilishi sababli bu yerda  $U=121 \text{ kV}$  deb qabul qilingan.

Quyidagi formula bo'yicha tekshirish sharti bajariladi:

$$1,07E \leq 0,9E_o = 1,07 \cdot 22,94 = 24,5 < 0,9 \cdot 33,8 = 30,42.$$

Shunday qilib, AS-95/16 markali sim tojlanish shartiga ko'ra o'tadi. 110 kV kuchlanishli transformator chiqishidan to yig'ma shinalargacha bo'lgan tok uzatch egiluvchan simlarda bajaramiz. Kesim yuzasini tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlaymiz,  $J_{iq.}=1 \text{ A/mm}^2$  deb olamiz (7 – jadvalga qarang):

$$q_{iq.} = \frac{I_{norm}}{j_{ig.}} = \frac{210}{1} = 210 \text{ mm}^2.$$

AS-95/16 fazasida tashqi diametri 13,5 mm bo'lgan 2ta simni olamiz, ruxsat etilgan tok 330A ga teng. Simlarni ruxsat etilgan tok boyicha tekshiramiz;

$$I_{max} = 294 \text{ A} < I_{ruxs} = 660 \text{ A. Tokning termik ta'siriga}$$

[3] ga asoslanib tokning termik ta'sirini tekshiramiz. Tojlanish shartlari bo'yicha tekshirmaymiz, chunki yuqorida ta'kidlanganidek AS-95/16 simi tojlanmaydi.

### 3 – Masala

550 kVt quvvatli xususiy ehtiyoji elektr motori uchun kabel tanlang,  $U_{nom}=6$  kV;  $I_{nom} = 74$  A (5.2 – rasm). Q.t. tokini hisoblash natijalari 9 – jadvalga keltirilgan.

Kabel nam xona ichida kanalga yotqiziladi,  $U_o = 35^{\circ}C$ ,  $T_{max}=3500$  c.

### YECHIMI

Kabel kesim yuzasi tokning iqtisodiy zichligi bo`yicha tanlanadi

$$q_{iq.} = \frac{I_{r.et.}}{j_{iq.}} = \frac{74}{1,4} = 52,8 \text{ mm}^2,$$

bu yerda  $j_{iq.} = 1,4$  A/mm<sup>2</sup>,  $T_{max} = 3500$  coatga teng bo`lgan alyuminiy tomirli kabellar uchun 7 – jadvaldan nanlangan tokning iqtisodiy zichligi.

AAShv markali uchta tomirli 3x50 mm<sup>2</sup> bo`lgan kabel tanlaymiz,  $U=6$  kV.  $I_{r.et.nom}=110$  A, havo haroratining tuzatish koeffisienti  $k_2=0,87$ , shunda  $I_{r.et.}=k_2 I_{r.et.nom} = 0,87 \cdot 110 = 95,7$  A > 74 A.

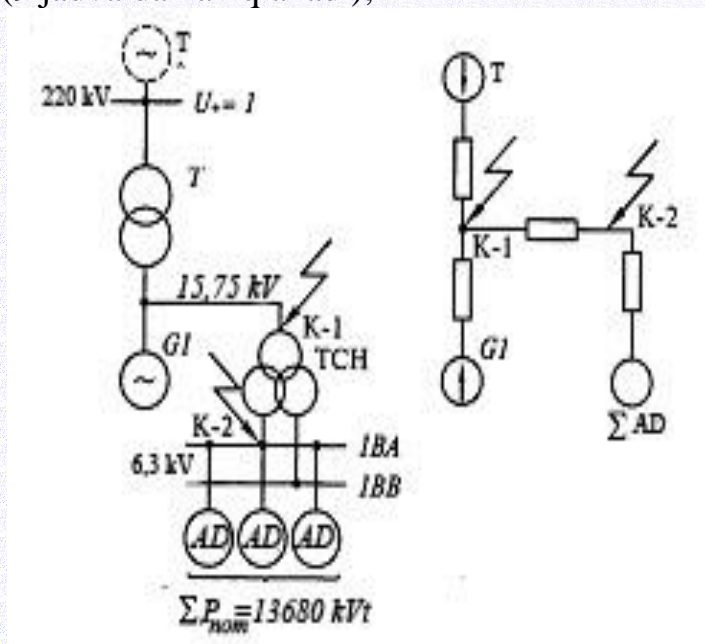
Kabelni termik pishiqlikka tekshirish uchun tizim + generator va xususiy ehtiyoj motori ikki tarmoqlarining issiqlik impulslarini (Joul integralini) aniqlaymiz:

$$B_k = I_{n0c}^2 (t_{o'chir} + T_{a.o'rt}) + I_{n0c}^2 (0,5T_d' + T_{a.o'rt}) + 2I_{n0c} I_{n0d} (T_d' + T_{a.o'rt}) =$$

$$12,4^2 (0,22 + 0,051) + 9,12^2 (0,5 \cdot 0,06 + 0,051) + 2 \cdot 12,4 \cdot 9,12 \cdot (0,06 + 0,051) =$$

$$= 73,49 \text{ A}^2 \cdot \text{s},$$

bu yerda  $t_{o'chir} = t_{p.a} + t_{o'chir.zarb} = 0,1 + 0,12 = 0,22$  s;  $T_d = 0,06$  s [3];  $I_{p0s}=12,4$  kA;  $I_{p0D} = 9,12$  kA (9 jadvaldan aniqlanadi);



5.2 – rasm. Xususiy ehtiyojlar transformatori zanjiri va uzatiluvchi liniyalar uchun tok o'tkazgichlar hamda apparatlarni tanlashning hisoblash va ekvivalent sxemalari. Alohida elementlarining ko'rsatkichlari:

T – TDN-250 000/220,  $u_{q.t.}=11\%$ ; G – TVV-200-2;  $S_{nom}=235$  MVA;

$x_{d*nom}^* = 0,191$ ; TXE-25000/15,75,  $u_{kYok-PK} = 9,5\%$

$$T_{a.cx} = \frac{T_{a.c} I_{n0c} + T_{a.d} I_{n0d}}{I_{n0c} + I_{n0d}} = \frac{0,06 \cdot 12,4 + 0,04 \cdot 9,12}{12,4 + 9,12} = 0,051 \text{ c.}$$

Termik pishiqligi uchun kabelning minimal kesim yuzasi

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{73,49 \cdot 10^3}}{90} = 95,3 \text{ mm}^2,$$

Bu yerdagi  $S = 90$  qiymati 3 – jadvaldan aniqlanadi.

Qisqa tutashuv larining qiymatlari

10 – jadval

QT nuqtasi	Manba	$I_{p0}$ kA	$I_{n_r}$ kA	$I_{a_r}$ kA	$i_{zarb}$ kA
K-1, $U = 15,75$ kV	Sistema	83,6	83,6	35,36	227,18
	Generator G1	46,0	34,5	38,9	127,7
	Jami:	129,6	118,1	74,26	354,88
K-2, $U = 6,3$ kV	Sistema+ G1	12,4	12,4	3,93	32,17
	Dvigatel o'.i. seksiya 1 VA	9,12	2,2	2,57	21,22
	Jami:	21,52	14,6	6,5	53,39

AAShv 3x95 mm<sup>2</sup> markali kabelni tanlaymiz

**Ilova.** Birinchi qaraganda, Joule integralini hisoblash murakkablashtirilgan. Tizimdan xususiy ehtiyojining tizim + generator va motor tarmoqlarini birlashtirish qanday natijaga olib kelishini tekshiramiz.

Umumiy tok  $I_{n0\Sigma} = I_{n0s} + I_{n0G} + I_{n0d} = 1,2 + 9,12 + 21,52 \text{ kA}$ .

$t_{o'chir} = 0,22 \text{ s}$ . qabul kilib, Joule integrali qiymatini topamiz:

$$B_k = I_{n0\Sigma}^2 (t_{o'chir} + T_{a.o'rt}) = 21,52^2 (0,22 + 0,051) = 125,38 \text{ kA}^2 \cdot \text{c} = 125,38 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}.$$

Termik chidamlilik bo'yicha minimal kesim yuzasini aniqlaymiz

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{125,38 \cdot 10^3}}{90} = 124,4 \text{ mm}^2 > 95 \text{ mm}^2,$$

Shunday qilib, 150mm<sup>2</sup> kesim yuzali kabelni tanlashga to'g'ri keladi.

Demak, hisoblarni soddalashtirish kabellarni o'zini oqlamaydigan sarflarning oshishiga olib kelar ekan.

#### 4 – Masala

0,5 kV kuchlanishli shinalariga ko`rsatkichlari:  $I_{norm} = 200$  A;  $I_{max} = 310$  A;  $x_0 = 0,35$  Om bo`lgan RB-10-400-0,35 tipli reaktor orqali tarmoqda ulanadigan kabelning kesimi yuzasini tanlang (5.1–rasm). Kabel yopiq taqsimlash qurilmasining kabelli yarim qavatida yotqiziladi.  $\nu_0 = 35^\circ\text{C}$ ,  $T_{max} = 4500$  s.

#### YECHIMI

10 kV kuchlanishda ishlashga mo`kjallangan AAG tipdagi uchta tomirli kabelni tanlaymiz va uning iqtisodiy kesim yuzasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

95 mm<sup>2</sup> kesim yuzali ikkita kabelni tanlaymiz,  $I_{r.et..nom} = 155$  A haroratining  $k_2$  tuzatish koeffisientini 8 – jadvaldan tanlaymiz va uning qiymati 0,93ga teng, shunda  $I_{r.et.} = 0,93 \cdot 155 \cdot 2 = 288,3$  A <  $I_{max} = 310$  A bo`ladi, shuning uchun kesim yuzasini 120 mm<sup>2</sup> gacha oshiramiz,  $I_{r.et..nom} = 185$  A ,  $I_{r.et.} = 0,93 \cdot 185 \cdot 2 = 344,1$  A >  $I_{max} = 310$  A bo`ladi.

Kabel tomirlari bog`lamlarining q.t. toki orqali termik chidamlilik aniqlanadi.

1- misol shartiga ko`ra berilgan q.t. toklari jadvali asosida 10,5 kV kuchlanishli shinaning K-2 (reaktorgacha) nuqtasidagi  $I_{n0\Sigma} = 64,98$  kA ni topamiz.

Tizim va generatorlarning tarmoq qarshiligi-

$$x_{\Sigma} = \frac{U_{ur.nom}}{\sqrt{3}I_{g0\Sigma}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 64,98} = 0,089 \text{ Om}.$$

Reaktor qarshiligi  $x_r = 0,35$  Om; bitta kabelning induktiv qarshiligi

$$X_{kab} = x_{zarb} l = 0,08 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ Om}; \text{ aktiv qarshiligi}$$

$$R_{kab} = r_{zarb} l = 0,28 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,014 \text{ Om}; \text{ to'liq qarshiligi:}$$

$$Z_{rez} = \sqrt{\left(x_{\Sigma} + x_p + \frac{X_{kab}}{2}\right)^2 + \left(\frac{R_{kab}}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(0,089 + 0,35 + \frac{0,004}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,014}{2}\right)^2} = 0,442 \text{ Om}.$$

Kabellar bog`lamasi q.t. toki



$$I_{n0} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 0,442} = 13,73 \text{ kA}.$$

Har bir kabeldan  $13,73/2 = 6,865$  kA q.t. toki o`tdi. Liniyada asosiy releli tuhimoya o`rnatiladigan vaqti  $t_{p/z} = 0,8$  bo`lgan maksimal tokli himoya ekanligini, liniyada o`rnatilgan o`chirgich vakuumli VVTE-10/630 hamda uning  $i_{o'chir.v.} = 0,05$  s va  $T_a = 0,1$  ko`rctakichlarga ekanligini (q.t. sxemaning reaktor o`rnatilgan joydan keyin sodir bo`lishini) xisobga okingan holda Joule integralini hisoblaymiz

$$B_k = I_{n0}^2 (t_{o'chir} + T_a) = 6,865^2 (0,8 + 0,05 + 0,1) = 44,77 \text{ kA}^2 \cdot \text{s} = 44,77 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$$

Termik chidamlilik boyicha minimal kesim yuzasi –

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{44,77 \cdot 10^3}}{100} = 67 \text{ mm}^2,$$

bu yerda  $S = 100$  qiyman **3-jadval** bo`yicha aniqlanadi.

Shunday qilib, tanlangan  $95 \text{ mm}^2$  kesim yuzali kabellar termik chidamli ekan.

#### 5- MISOL

T2 transformatori zanjiridagi Q2 o`chirgich va QS1 ajratuvchilar tanlansin (1-rasm); G2 genratori zanjiridagi Q8 o`chirgich va QS2 ajratuvchilar tanlansin. Barcha zaruriy ma'lumotlar 1 – misol shartlarida berilgan.

#### YECHIMI

Q2 o`chirgichi va QS ajratuvchini tanlaymiz. Uzluksiz rejimning hisobiy toklari

$$I_{r.et.} = \frac{S_{t.nom}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{40 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 210 \text{ A};$$

$$I_{\max} = 1,4 \cdot I_{r.et.} = 1,4 \cdot 210 = 294 \text{ A}.$$

Q2 o`chirgich va QS1 ajratuvchilar yuqori kuchlanishli shinalarning q.t. toklarining yig`indi qiymatlari asosida tanlanadi (5.1 – rasmdagi sxemaning K – 2 nuqtasi). 5.1 – jadvaldan q.t. ning hisobiy toklarini aniqlaymiz:

$$I_{n0} = 8,914 \text{ kA}; I_{n\tau} = 8,64 \text{ kA}; i_{a\tau} = 3,02 \text{ kA}; i_{zarb} = 21,26 \text{ kA};$$

$$B_k = I_{n0}^2 (t_{o'chir} + T_a) = 8,914^2 \cdot (0,2 + 0,02) = 17,48 \text{ kA}^2 \cdot \text{s};$$

bu yerda  $t_{o'chir} = 0,2$  s,  $T_a = 0,02$  s kattaliklar 9 – jadvaldan olindi. [2] bo`yicha VVK – IOB -20 vakuumli o`chirgichini va RGN-110/1000UXL1

rusumli ajratuvchini (gorizontal oyoqli tashqariga o`rnatiladigan) tanlaymiz. Barcha nominal va hisobiy kattaliklar 11 – jadvalda keltirilgan. G2 generatori zanjiri uchun tanlangan Q8n o`chirgichi va QS2 ajratuvchilarni tanlash natijari atijalari 12 – jadvalda keltirilgan.

### Hisobiy va nominal ma'lumotlar

11 – jadval

Hisobiy ma'lumotlar	Nominal ma'lumotlar	
	O`chirgich VKK-110B-20	Ajratuvchi RGN-110/10000UXL1
$U_{urn} = 110 \text{ kV}$	$U_{nom} = 110 \text{ kV}$	$U_{nom} = 110 \text{ kV}$
$I_{max} = 294 \text{ A}$	$I_{nom} = 1000 \text{ A}$	$I_{nom} = 1000 \text{ A}$
$I_{p\tau} = 8,64 \text{ kA}$	$I_{uch.nom} = 20 \text{ kA}$	-
$i_{a\tau} = 3,02 \text{ kA}$	$i_{a.nom} = \frac{\sqrt{2}\beta_{ruxs}I_{o'ch.nom}}{100} = \sqrt{2} \cdot 0,20 \cdot 20 = 5,65 \text{ kA}$	-
$I_{p0} = 8,914 \text{ kA}$	$I_{din} = 20 \text{ kA}$	-
$I_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$	$i_{din} = 51 \text{ kA}$	$i_{din} = 80 \text{ kA}$
$V_k = 17,48 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 \cdot t_{ter} = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 \cdot t_{ter} = 31,5^2 \cdot 3 = 2976 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$

Hisobiy ma'lumotlar

12 – jadval

Hisobiy ma'lumotlari	Nominal ma'lumotlari	
	O`chirgich MGG-10-45	Ajratuvchi RVK-10-5000
$U_{urn} = 10,5 \text{ kV}$	$U_{nom} = 10 \text{ kV}$	$U_{nom} = 10 \text{ kV}$
$I_{max} = 4563 \text{ A}$	$I_{nom} = 5000 \text{ A}$	$I_{nom} = 5000 \text{ A}$
$I_{p\tau} = 29,53 \text{ kA}$	$I_{uch.nom} = 45 \text{ kA}$	-
$i_{a\tau} = 21,76 \text{ kA}$	$i_{a.nom} = \frac{\sqrt{2}\beta_{ruxs}I_{o'ch.nom}}{100} = \sqrt{2} \cdot 0,20 \cdot 45 = 12,69 \text{ kA}$	-
$\sqrt{2}I_{n\tau} + i_{a\tau} \sqrt{2} \cdot 29,53 + 21,76 = 63,39 \text{ kA}$	$\sqrt{2}I_{o'ch.nom}(1 + \beta_{ruxs}/100) = \sqrt{2} \cdot 45(1 + 0,20) = 76,14 \text{ kA}$	-
$I_{p0} = 8,914 \text{ kA}$	$I_{din} = 45 \text{ kA}$	-
$I_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$	$I_{din} = 120 \text{ kA}$	$i_{din} = 200 \text{ kA}$
$V_k = 17,48 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 \cdot t_{ter} = 45^2 \cdot 4 = 8100 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 \cdot t_{ter} = 70^2 \cdot 10 = 49000 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$

Ilova: Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisining o`chirilishi shartiga ko`ra o`chirgich qanoatlantirmaganligi sababli o`chirgichning o`chirilishi sharti to`liq q.t. toki bo`yicha tekshirish o`tkaziladi.

## 6- MISOL

10MVA quvvatli xysysiy ehtiyoj transformatorining 6,3kV kuchlanishli zanjirida o`lchov asboblari ulash uchun tok transformatorini tanlang (3 – rasm). Q.t. tokining zarbiy toki  $I_{zarb} = 27\text{kA}$  va Joul integrali  $B_k = 135 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$ .

## YECHIMI

Xususiy ehtiyoj transformatorining o`ta yuklanishda ishlashga ruhat etilmasligi sababli uning zanjiridagi hisobiy maksimal tok nominal tokiga teng bo`ladi:

$$I_{\max} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 917 \text{ A.}$$

[2] da keltirilgan advali bo`yicha TPOL 10-U3 tipidagi 0,5/10R ikki magnet o`tkazgichli tok transformatorini tanlaymiz, uning nominal ko`rsatkichlari:  $I_{nom} = 1000 \text{ A}$ ,  $k_{din} = 69$ ,  $k_{ter} = 27$ ,  $t_{ter} = 3$  va o`lchov chulg`amining ruhsat etilgan hisobiy yuklamasi  $S_{2nom} = 10\text{V} \cdot \text{A}$ .

Tok transformatorini elektrodinmik va termik chidamlilikka tekshiramiz:

$$\sqrt{2}I_{1nom}k_{din} = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 69 = 97,29 \text{ kA} > i_{zarb} = 27 \text{ kA};$$

$$(I_{1nom}k_{ter})^2 t_{ter} = (1 \cdot 27)^2 \cdot 3 = 9583 > B_k = 135 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}.$$

Tok transformatorining o`lchov chulg`amini ikkilamchi yuklama bo`yicha tekshiramiz.

Transformatorning A fazasiga eng katta yuklama to`g`ri keladi – 3,5 VA (13 – jadvalga qarang). A fazadagi o`lchov asboblarning umumiy qarshiligi

$$r_{usk} = \frac{S_{usk}}{I_2^2} = \frac{3,5}{5^2} = 0,14 \text{ Om.}$$

Tok transformatorining ikkilamchi zanjirlarida polixlorvinil izolyasiyalisiz tomirli ( $\rho = 0,0175$ ) ko`p tomirli nazorat kabellarini tanlaymiz, chunki elektr stansiyaning o`rnatilgan quvvati 100MVtdan oshadi.  $r_k$  kontaktlar qarshiligini 0,05 Om ga teng deb qabul qilamiz, shunda simlarning qarshiligi –

$$r_{sim} = Z_{2nom} - r_{usk} - r_k = \frac{S_{2yiv}}{I_{2nom}^2} - 0,14 - 0,05 = \frac{10}{5^2} - 0,14 - 0,05 = 0,21 \text{ Om.}$$

Tok transformatorining (6 – misol uchun) ikkilamchi yuklamasi

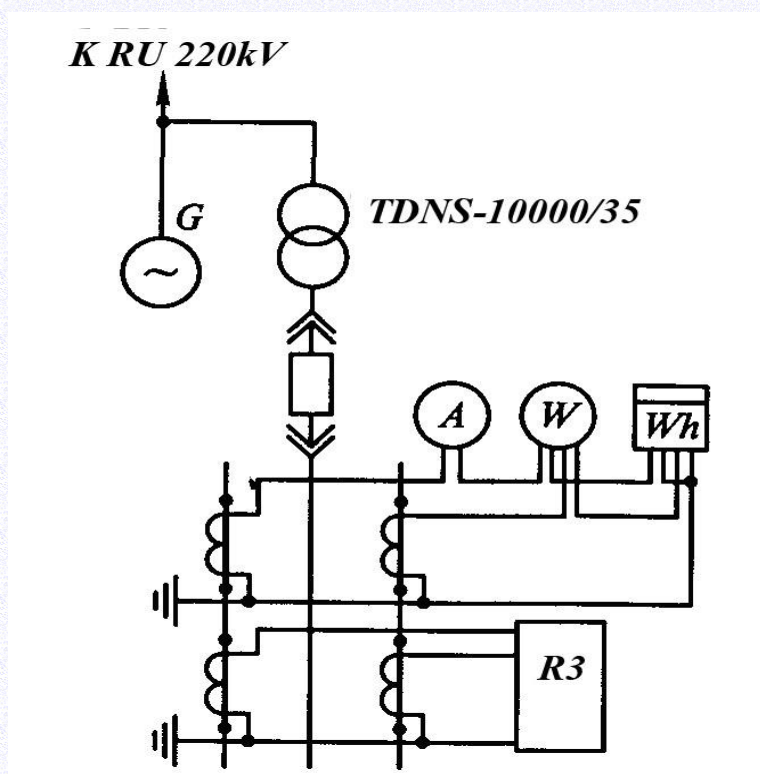
O`lchov asbobi	Tip	Fazalarning yuklamalafi		
		A	V	S
Ampermetr	E-335	0,5	-	-
Vattmetr	D-335	0,5	-	0,5
Elektr energiya hisoblagichi	SAZ-681	2,5	-	2,5
Jami:		3,5	-	3,0

**Ilova:** zarur bo`ladigan o`lchov asboblari ro`yxati [2] da keltirilgan.

Simlarning kesim yuzasi

$$q = \frac{\rho l_{his}}{r_{sim}} = \frac{0,0175 \cdot \sqrt{3} \cdot 25}{0,21} = 3,125 \text{ mm}^2,$$

bu yerda  $l_{his} = \sqrt{3}l$  – tok transformatoridan o`lchov asboblari gacha ulangan simlarning hisobiy uzunligi; blokli elektr stansiyalari xususiy ehtiyoji transformatorlari uchun 25 V deb qabul qilinadi. Kesim yuzasini standart 4 mm<sup>2</sup> deb qabul qilamiz.



5.3 – rasm. Shaxsiy extiyoj transformatori zanjiridagi o`lchov asboblari

## GLOSSARIY

**Elektr qurilmalari** deb elektr energiyani ishlab chiqarish, o'zgartirish, transformatsiyalash, uzatish, taqsimlash va boshqa turdagi energiyaga o'zgartiruvchi mashinalar, apparatlar, liniyalar va yordamchi uskunalar (ular o'rnatilgan inshoot va xonalar bilan birga) majmuiga aytiladi.

**Energetik tizim** deb bir-biri bilan o'zaro bog'langan elektr stansiyalar, elektr va issiqlik tarmoqlari majmuining elektr energiyasini uzluksiz ishlab chiqarish, o'zgartirish va taqsimlash jarayonlarini umumiy rejimda birlashganligi va shu rejimning umumiy holda boshqarilishiga aytiladi.

**Elektr energetik tizim** deb energetik tizimning elektr qismiga va undan ta'minlanuvchi, elektroenergiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish umumiy jarayonlari bilan bog'langan elektroenergiya qabul qiluvchilarga aytiladi.

**Elektr ta'minoti tizimi** deb iste'molchilarni elektroenergiya bilan ta'minlab berish uchun mo'ljallangan elektr qurilmalar majmuiga aytiladi.

**Elektr tarmog'i** deb ma'lum bir hududda ishlovchi podstansiyalar, taqsimlovchi qurilmalar, havo va kabel elektr uzatuv liniyalaridan tashkil topgan, elektroenergiyani uzatish va taqsimlash uchun mo'ljallangan elektr qurilmalar majmuiga aytiladi.

**Elektr energiya qabul qiluvchisi** deb elektr energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantiruvchi apparat, agregat, mexanizmga aytiladi.

**Elektr energiya iste'molchisi** deb texnologik jarayon bilan birlashgan va ma'lum bir hududda joylashgan elektr qabul qiluvchiga yoki bir guruh elektr qabul qiluvchilarga aytiladi.

**Elektr stansiya** deb elektr energiyasini ishlab chiqorishga mo'ljallangan korxonaga yoki elektr qurilmaga aytiladi.

**Podstansiya** deb elektr energiyani o'zgartirish va taqsimlash uchun xizmat qiladigan elektr qurilmaga aytiladi va u transformatorlar va boshqa energiya o'zgartirgichlardan, taqsimlovchi qurilmalardan, boshqarish qurilmalari va yordamchi moslamalardan iborat bo'ladi.

**Mustaqil energiya manbai** deb kuchlanish boshqa energiya manbalarida yuqolganida, ushbu qoidalarda avariya dan keyingi rejim uchun belgilangan oralqida, kuchlanish saqlanib qoluvchi energiya manbaiga aytiladi.

**Transformator** deb O'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgartirib beradigan elektromagnit statik apparatlarga aytiladi.

**Generator** deb birlamchi mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirib beruvchi elektr qurilmaga aytiladi

**Zaminlash** deb elektr qurilmasining qandaydir qismini zaminlovchi qurilmaga elektr ulanishga aytiladi.

**Apparatlar** – barcha turdagi kuchlanish o‘chirgichlari, bo‘lgichlar, ajratkichlar, uzgichlar, qisqa tutashtirgichlar, saqlagichlar, razryadniklar, tokni chegaralovchi reaktorlar, kondensatorlar.

**Havo elektr uzatuv liniyasi** deb elektr energiyasini simlar orqali uzatish uchun mo‘ljallangan, ochik havoda joylashgan va izolyatorlar va armaturalar bilan tayanchlarga yoki kronshteynlarga va muhandislik inshootlaridan stoykalarga qotirilgan moslamaga aytiladi.

**Taqsimlovchi qurilma** deb elektr energiyani qabul qilib, uni taqsimlash uchun xizmat qiladigan va kommutatsion apparatlardan, yig‘ma va ulanma shinalardan, yordamchi qurilmalardan, shuningdek, himoya va avtomatika qurilmalari va o‘lchov moslamalaridan tashkil topgan elektr qurilmaga aytiladi.

**Komplektli taqsimlovchi qurilma** deb to‘liq yoki qisman yopiq shkaflardan yoki apparatlar o‘rnatilgan bloklardan, himoya va avtomatika qurilmalaridan tashkil topgan taqsimlovchi qurilmaga aytiladi.

**Avtomatik o‘chirgich (kommutatsion apparat)** avariya holatlari zanjirlarini kommutatsiyalash (uzish, o‘chirish) uchun, shuningdek, elektr zanjirlarini ko‘p bo‘lmagan (sutkasiga 6 dan 30 marotabagacha) operativ ulash va uzish uchun xizmat qiladi (mo‘ljallangan).

**Uzgich** – bu shunday kontaktli kommutatsion apparatki, u xavfsizlikni ta‘minlash uchun o‘chgan holatda kontaktlar orasida izolyasion oraliqqa ega bo‘lgan, toksiz yoki juda kichik tokli elektr zanjirlarni ulash va uzish uchun mo‘ljallangan.

**Bo‘lgich** – o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok kuchlanishi 1000 Vdan kam bo‘lgan elektr zanjirlarini qo‘lda uzish va ulash uchun xizmat qiladi.

**Qayta ulagich** – bu elektr zanjirlarini qayta ulash uchun xizmat qiluvchi kontaktli kommutatsion apparat.

**Qisqa tutashtirgich** – bu elektr zanjirlari sun‘iy qisqa tutashuv hosil qilish uchun mo‘ljallangan kommutatsion apparat.

**Saqlagich** – bu tokni ma‘lum bir qiymatidan oshishi ta‘sirida aynan shu uchun mo‘ljallangan tok yurituvchi qismlarini buzilishi natijasida himoyalananayotgan, zanjirni uchirishga mo‘ljallangan kommutatsion elektr apparat.

## ILOVALAR

1 – Ilova

### Qattiq shinalar uchun $S_t$ ko'rsatkichlarining qiymatlari

Legirlash tizimi	O'tkizgichning materiali yoki qotishmaning markasi	Boshlang'ich haroratdagi, $^{\circ}S$ , $S_t$ ko'rsatkichi qiymati, $AS^{1/2}$		
		70	90	120
-	Mis	170	...	...
Al	ADO	90	81	68
	ADIN	91	82	69
	ADOM, ADIM	92	83	70
Al-Mg-Si	ADZIT1	85	77	64
	ADZIT	82	74	62
	ADZZT1 ADZZT	77	71	59
	AVT1	74	67	57
	AVT	73	66	55
Al-Zn-Mg	I911	71	63	53
	I915, I915T	66	60	51
Al-Mg-Mn	AMr5	63	57	48
-	Harorati $\mathcal{G}_{r.et.} = 400^{\circ}S$ bo'lganda po'lat	70	...	...
-	Harorati $\mathcal{G}_{r.et.} = 300^{\circ}S$ bo'lganda po'lat	60	...	...
<b>Kabellar uchun <math>S_t</math> ko'rsatkichining qiymati</b>				
<b>Kabellarning xarakteristikasi</b>		<b><math>S_t</math> ko'rsatkichilari qiymatlari, <math>A \cdot s^{1/2}/mm^2</math></b>		
10 kV li kabel:				
mis tomirli		140		
alyuminiy tomirli		90		
20 - 30 kV li Kabel:				
mis tomirli		105		
alyuminiy tomirli		70		
Kabellar va polivinilxlorid yoki rezina bilan izolyatsiyalangan simlar				
mis tomirli		120		
alyuminiy tomirli		75		
Kabellar va polietilen bilan izolyatsiyalangan simlar				
mis tomirli		103		
alyuminiy tomirli		65		

## Qarshilik va inersiya momentlari

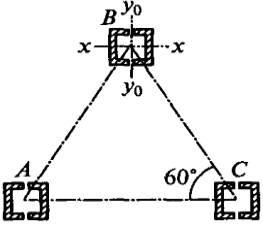
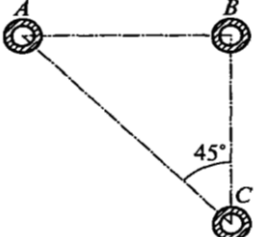
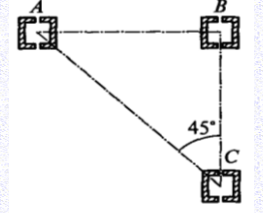
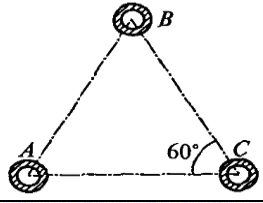
Shinalarning joylanishi	Inersiya momenti $J, \text{sm}^4$	Qarshilik momenti $W, \text{sm}^3$
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{hb^2}{6}$
	$\frac{bh^3}{6}$	$\frac{bh^2}{3}$
	$\frac{hb^3}{6}$	$\frac{hb^2}{3}$
	$0,72b^3h$	$1,44b^2h$
	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32}$
	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$

## Shinalar materiallarining asosiy xarakteristikalari

Shinalar	Marka	Vaqtinchalik uzilish qarshiligi $\sigma_{ruxs}$ , MPa		Ruhsat etilgan kuchlanish, $\sigma_{ruxs}$ , MPa		Qayishqoqlik moduli $E$ , $10^{10}$ Pa
		Material-	Payvand choklari joylaridagi	Material-ning	Payvand choklari joylaridai	
Alyuminiy	AO, A, ADO	118	118	82	82	7
		59-69	59-69	41-48	41-48	7
Alyuminiy kotishmasi	ADZIT	127	120	89	84	7
	ADZIT1	196	120	137	84	7
	AVT1	304	152	213	106	7
	I9I5T	353	318	247	223	7
Mis	MGM	345-355	-	171,5-178	-	10
	MGT	245-294	-	171,5-206	-	10



## Uchburchak cho`qqisida joylashgan shinalarni mexanik hisoblash formulari

Shinalarining joylashishi	Fazalar orasidagi o`zaro ta'sirlardan shina materialida hosil bo`ladigan kuchlanish, MPa	Izolyatorlarga ta'sir etuvchi kuchlar, N
	$\sigma_{\phi \max} = 2,5 \frac{i_{y_n}^2 l^2}{a W_{y_0 - y_0}} 10^{-8}$	$F_p = \sqrt{3} \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_u = 1,62 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_c = 1,3 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$
	$\sigma_{\phi \max} = 1,64 \frac{i_{y_n}^2 l^2}{a W} 10^{-8}$	$F_p = 1,5 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_u = 1,62 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$
	$\sigma_{\phi \max} = 2,2 \frac{i_{y_n}^2 l^2}{a W_{y_0 - y_0}} 10^{-8}$	$F_c = 1,62 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$
	$\sigma_{\phi \max} = \sqrt{3} \frac{i_{y_n}^2 l^2}{a W} 10^{-8}$	$F_p = \sqrt{3} \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_u = 1,62 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_c = 1,3 \frac{i_{y_n}^2 l}{a} 10^{-7}$

## Tokning iqtisodiy zichligi

O`tkazgich	T <sub>max</sub> da, soat		
	1000-3000	3000-5000	5000 ortiq
Izolyatsiyalanmagan simlar va shinalar:			
misli	2,5	2,1	1,8
alyuminiyli	1,3	1,1	1
Qog`oz izolyasiyalı kabellar va rezina, polivinil – xloridli izolyasiyalangan simlar:			
misli	3	2,5	2
alyuminli	1,6	1,4	1,2
Rezina va plastmassa izolyasiyalı kabellar:			
misli	3,5	3,1	2,7
alyuminli	1,9	1,7	1,6

## Atrof – muhit harorati boyicha tuzatish koefitsientlari jadvali

Harorat	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
Normal rejimi	1,29	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
Avariya rejimi	1,55	1,49	1,44	1,38	1,33	1,26	1,2	1,13	1,06	0,97	0,89	0,8

**So`nish vaqt doimiyligining qiymati**

Energiya tizimining qismi yoki elementi	$T_a$ , soat	$k_{zarb}$
Turbogenerator quvvati, MVt 12-60 100-1000	0,16-0,25 0,4-0,54	1,94-1,955 1,975-1,98
60MVt quvvatli turbogenerator va transformatorlardan tarkib topgan blok, generatorning nominal kuchlanishi, kV: 6,3 10	0,15	1,95 1,935
Turbogenerator va oshiruvchi transformatorlardan tarkib topgan blok, generatorning quyidagi quvvatlarida, MVt: 100-200 300 500 800	0,26 0,32 0,35 0,3	1,965 1,97 1,973 1,967
Q.t. ko`riladigan yig`ma shinalar bilan bog`liq bo`lgan tizimda, havo liniyalari kuchlanishlari, kV: 35 110-150 220-330 500-750	0,02 0,02-0,03 0,03-0,04 0,06-0,08	1,608 1,068-1,717 1,717-1,78 1,85-1,895
Q.t. ko`riladigan yig`ma shinalar bilan bog`liq bo`lgan tizimda, transformatorlarning birlamchi quvvatlari, MVA: 80 va undan ortik 32-80 5,6-32	0,06-0,15 0,05-0,1 0,02-0,05	1,85-1,935 1,82-1,904 1,6-1,82

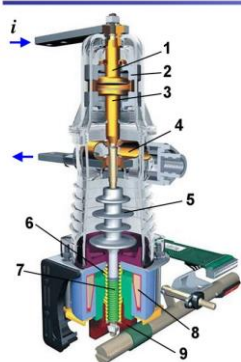
**Generatorlar va kompensatorlar uchun so`nish vaqti doimiyligi qiymatlari**

Generatorlar yoki sinxron kompensatorlarning tipi	$T_a$ , soat	$k_{ud}$	Generatorlar yoki sinxron kompensatorlarning tipi	$T_a$ , soat	$k_{ud}$
TVF-63-2UZ	0,39	1,975	KS-16-10UZ	0,145	1,933
TVF-63-2UZ	0,24	1,959	KSVB-50-11UI	0,187	1,948
TVF-63-2EUZ	0,247	1,96	KSVBO-50-11UI	0,187	1,948
TVF-110-2EUZ	0,41	1,976	KSV-75-11UI	0,2	1,95
TVF-120-2UZ	0,4	1,975	KSVB-100-11UI	0,248	1,96
TVV-160-2EUZ	0,408	1,976	KSVBBO-10011UI	0,248	1,96
TVV-220-2EUZ	0,307	1,968	KSVB-160-15UI	0,26	1,962
TVV-320-2EUZ	0,388	1,974	KSVBO-160-15UI	0,26	1,962
TVM-300-UZ	0,392	1,975	dempfer chulg`amli aniq qutbli gidrogeneratorlar	0,05-0,045	1,979
TVV-500-2EUZ	0,34	1,971			
TVV-800-2EUZ	0,33	1,97			
TVV-1000-4UZ	0,33	1,97	Xuddi shunday, lekin dempfer chulg`ami bo`lmagan	0,1-0,5	1,98
TVV-1000-2UZ	0,33	1,97			
TVV-1200-2UZ	0,38	1,973			

### Yuqori kuchlanishli o'chirgichlar



#### Конструкция вакуумного выключателя

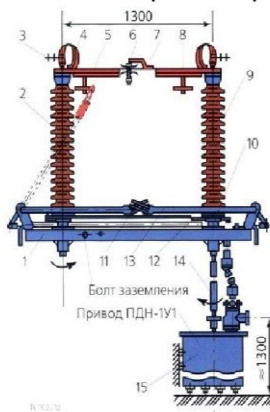


1. неподвижный контакт;
2. дугогасительная камера;
3. подвижный контакт;
4. гибкий токосъем;
5. тяговый изолятор;
6. отключающая пружина;
7. дожимная пружина;
8. электромагнит включения;
9. якорь.



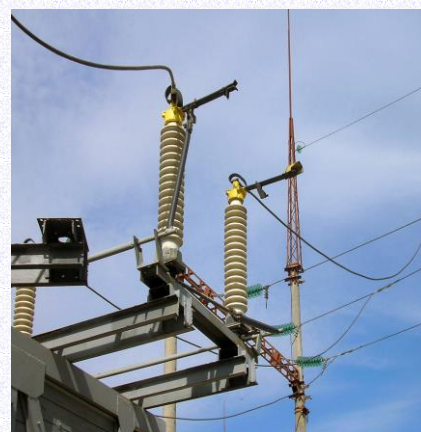
### Ajratgichlar

#### Устройство разъединителя

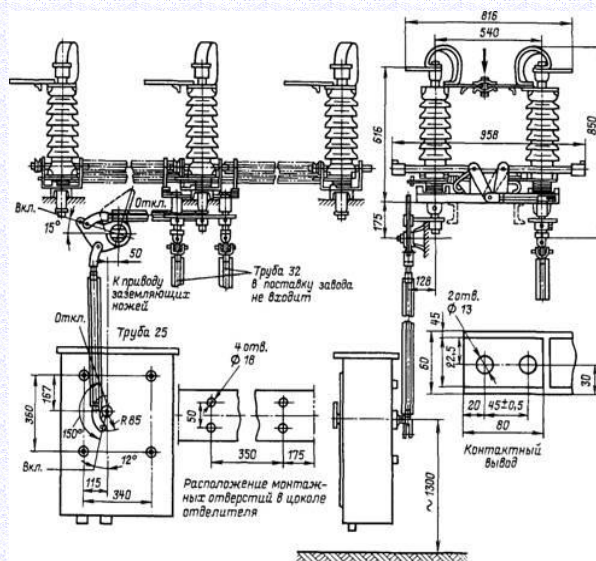
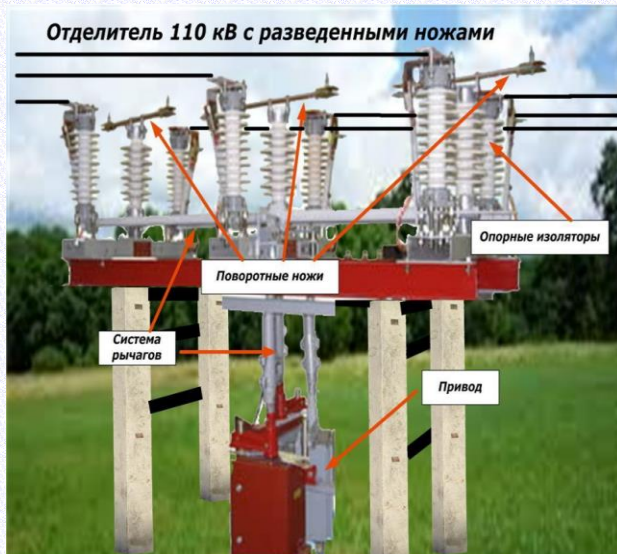


Разъединитель РНД3-2-110:

- 1 - основание;
- 2 и 9 - колонки изоляторов;
- 3 - зажимы;
- 4 - гибкие связи;
- 5 - нож;
- 6 - пальцевые ламели;
- 7 - лопатка;
- 8 - контакт для заземляющего ножа;
- 10 - подшипник колонки;
- 11 - заземляющие ножи разъединителя;
- 12 - рычаг;
- 13 - тяга;
- 14 - вал;
- 15 - привод



Во'лгичлар



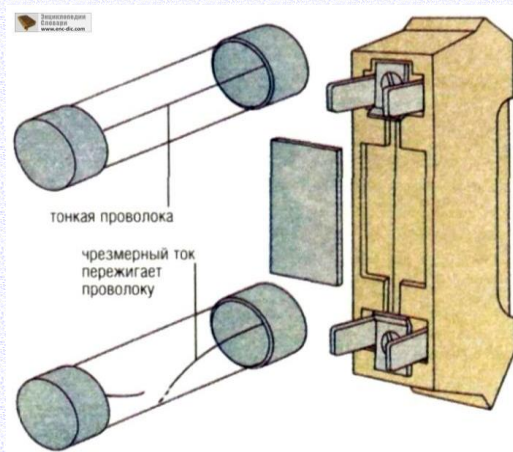
Qisqa tutashirgichlar



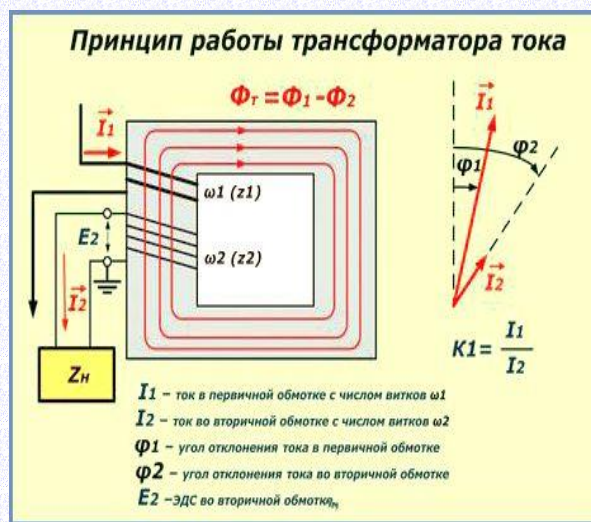
Короткозамыкатель КЗ-110



**Eruvchan saqlagichlar**



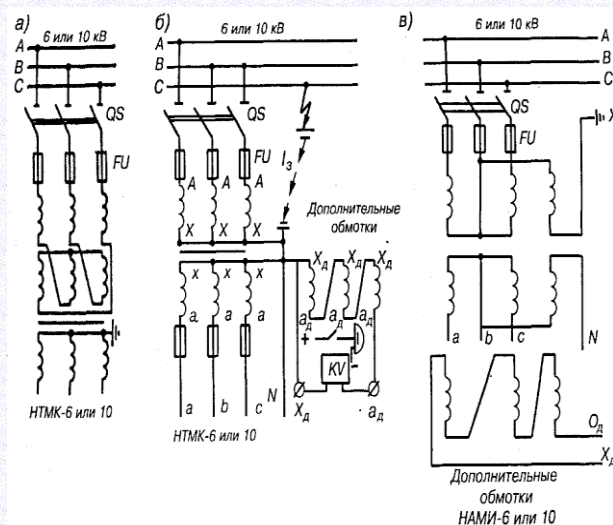
**O'lchov tok transformatorlari**





15 – Пова

**О'лчов kuchlanish transformatorlari**



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROYXATI

### *Asosiy adabiyotlar*

1. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari. -O'quv qullanma, T.: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
2. Rojkova L.D. Karneyeva L.K. Chirkova T.V. Elektrooborudovaniye elektricheskix stansiy i podstansiy.-Uchebnoye posobiye, 4-izdaniya –M.: Izd. sentr «Akademiya», 2007.
3. Bistritskiy G.F. Kudrin B.I. Vibor i ekspluatatsiya silovix transformatorov. – Uchebnoye posobiye, M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2003. dlya vuzov.
5. Neklepavev B.N. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. - Uchebnoye posobiye, – M.: Energoatomizdat, 1986. -640 s.
6. Rojkova A.D., Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob-uskunalari. - Darslik, T.: O'qituvchi,1986.
7. Salov V.P. Spravochnik po remontu, naladke i texnicheskomu obslujivaniyu elektrooborudovaniY. - Uchebnoye posobiye. Izdatelstvo «Venta-2», 2007.

### **Qo'shimcha adabiyotlar**

8. Mirziyov SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gaz. 2017 yil 16 yanvar, №11.
9. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
10. O'zbekiston Respublkasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
11. Moguzin V.F. Obslujivaniye silovix transformatorov. - Uchebnoye posobiye, M.: Enegoatomizdat, 1991.-192 s.
12. Neklepanov B.N., I.P. Kryuchkov. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. (Spravochnik) -M.: Energoatomizdat, 1989.
13. Fayziyev M.M. “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” ma'ruzalar matni to'plami. Qarshi – 1999.
14. O.E. Zayniyeva, N.A. Qurbonov va A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy ko'rsatma. Qarshi – 2017 yil.

### **Internet manbalari**

1. [www.energystrategy.ru](http://www.energystrategy.ru).
2. [www.uzenergy.uzpak.ru](http://www.uzenergy.uzpak.ru).

## MUNDARIJA

<b>1</b>	<b>Uzluksiz tok bo`yicha o`tkazgichlarni tanlash.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Qisqa tutashuv paytida o`tkazgichlarning termik chidamliligini tekshirish.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Qisqa tutashuvlar vaqtida qattiq shina qurilmalarning elektrodinamik chidamliligini tekshirish.....</b>	<b>14</b>
3.1.	Bir shina tasmali shinalarni hisoblash .....	15
3.2.	Ikki shina tasmali shinalarni hisoblash.....	16
3.3.	Qutichasimon kesim yuzali shinalarni hisoblash.....	17
3.4.	Tayanch izolyatorlarini hisoblash.....	17
<b>4.</b>	<b>Nimstansiyalarning asosiy yuqori kuchlanishli elektr uskunalari tanlash.....</b>	<b>21</b>
4.1.	Elektrostansiya va nimsiyalarning tizim sxemalari .....	21
4.2.	Bir yoki ikki ishchi tizimli yig`ma shinalar sxemasi .....	23
4.3.	Nimstansiyada transformatorlarning soni va quvvatini tanlash.....	26
4.4.	Stansiya va nimstansiyalarning yuqori kuchlanishli uskunalarni tanlash.....	27
<b>5.</b>	<b>Stansiya va nimstansiyalarning asosiy yuqori kuchlanishli uskunalari tanlashga oid amaliy misollar.....</b>	<b>39</b>
	<b>Glossariy.....</b>	<b>53</b>
	<b>Ilovalar.....</b>	<b>55</b>
	<b>Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.....</b>	<b>63</b>









