

**ÓZBEKISTAN RESPUBLIKASI JOQARI HÁM ORTA ARNAWLÍ
BILIMLENDIRIW MINISTRLIGI**

BERDAQ ATÍNDAGÍ QARAQALPAQ MÁMLEKETLIK UNIVERSITETI

Fizika–matematika fakulteti

**«Elektr texnikası, elektr mexanikası hám elektr texnologiyaları» tálim
bağdarınıń**

4 – kurs studenti Embergenov Timur

**«TASHQALA» 110/10 kV podstanciyasın rekonstrukciyalaw
atamasındaǵı**

PITKERIW QÁNIYGELIK JUMÍSÍ

Kafedra baslıǵı:

M. Erejepov

Ilimiy basshı:

B. Uzaqov

Nókis– 2018

Mazmuní

KIRISIW	4
TÓRTKUL ENERGOSISTEMASÍNÍN TASHQALA RAYONÍNDA JAYLASÍWSHÍ 110kV PS da 10kV TARMAQTA ELEKTRLIK JÚKLEMENI PAYDA ETIW.....	5
1.1 110 kV Tashkala PSda tutíníwshílardıń elektrlik júklemeleri.....	5
1.2 Tashkala rayonında jaylasıwshı 110 kV PS nín tutíníwshılardı elektrlik támiyinlewde hárekettegi sxemasínín xarakteristikası.....	6
1.3 Podstanciyanı keńeytiriw hám rekonstrukciyalaw zárúr ekenligin anıqlawshı hárekettegi podstanciyanın jaǵdayı hám faktorları.....	6
1.4 110 kV Tashkala PS ın rekonstrukciyalawdıń texnikalıq sheshimleri.....	9
1.4.1 110 kV ORU dı rekonstrukciyalaw.....	9
1.4.2 10 kV KRU dı rekonstrukciyalaw.....	9
2. QÍSQLA TUWÍQLANÍW TOKLARDÍ ESAPLAW.....	10
3. JOQARÍ VOLTLÍ APPARATURALARDÍ TAÑLAW.....	17
3.1 Transformatorlardıń quwatlıǵın hám sanın tañlaw.....	17
3.2 Transformatorlarda elektr energiyasınıń joǵaltılıwın anıqlaw.....	19
3.3 Tiykarǵı zárúr transformatorlardı tañlaw.....	22
3.4 Ajratqıshlardı tañlaw.....	23
3.5 KRUN – 10 kV yacheykasın tañlaw.....	24
3.6 Ólshewshi transformatorlardı tañlaw... ..	25
3.6.1 Tok transformatorları.....	25
3.6.2 Kernew transformatorları... ..	28
3.7 Iyiliwshi tok ótkizgishlerdi tañlaw.....	30
3.8 Ótkiziwshi shinanı tañlaw.....	34
3.9 Izolyatorlardı tañlaw.....	37
3.10 Kernewdıń artıwın yamasa kemeyiwın sheklegishlerdi tañlaw.....	37
3.10.1 Sıyımlılıq tokların tañlaw.....	39
3.10.2 Duganı óshiriwshi katushkanı ornatiw ornın hám quwatlıqtı tañlaw	40
4. AVTOMATIKA HÁM RELELIK QORǴANÍW.....	41

4.1 Transformatorlardín normal emes islew rejimi hám buzılıwlar túrleri.....	42
4.2 110/10 kV transformatorlardı qorǵaw.....	43
4.2.1 Ulıwma jaǵday.....	43
4.2.2 Gazdan qorǵanıw.....	44
4.2.3 Keri izbe–izliktegi toktan qorǵanıw hám kernew boyınsha qosıwdagı maksimal toktan qorǵanıw.....	44
4.2.4 Kópfazalı tuyıqlanıwda aralıqtan qorǵanıw... ..	45
4.2.5 Jerge sırtqı tuyıqlanıwda nóllek izbe–izliktegi toktan qorǵanıw.....	46
4.2.6 Artıq júklemede maksimal toktan qorǵanıw.....	47
4.3 Rezervti (qordı) avtomatikalıq qosıw qurılması.....	47
4.4 Avtomatikalıq qayta qosıw.....	48
4.5 Avtomatikalıq jiyilikli júklemeden alıw.....	49
PROEKTIN EKOLOGİYALIQ QÁWIPSIZLIGI.....	50
5.1 Miynet qáwipsizligi.....	50
5.2 «Tashkala» podstanciyasınıń jerge tutastırıwshı qurılmasın esaplaw.....	52
5.3 Jıldırımnan qorǵanıw.....	57
5.4 Proektin ekologiyalıgın bahalaw.....	59
Juwmaq.....	60
PAYDALANILǴAN ÁDEBIYATLAR DIZIMI.....	61

KIRISIW

110 kV «Tashkala» podstanciyası Tórtkil rayonınıń energosistemasın payda etiwshi tarmaqqa kiriwshi birden bir energiya túyini bolıp tabıladı.

110 kV «Tashkala» podstanciyasın rekonstrukciyalaw morallıq hám fizikalıq jaqtan gónergen elektr qurılmaların hám avtomatikanı almasıw hám modernizaciyalaw zárurliginen kelip shıqtı.

Bul jumısta elektr támiyinlew sxemalarınıń bekkemliligin kúsheytiwdiń tómendegi múmkinshilikleri qaralıp ótildi:

- 1) 10 kV tárepinde vakuumlıq sóndiriwshilerdi ornatiw;
- 2) 110 kV tárepinde azgana maylı sóndirgishlerdi ornatiw;
- 3) Sızıqlı emes kernewdiń kúsheyip yamasa kemeyip ketiwin sheklewshi razryadlawshılardı, texnologiyalıq jetiliskeń túrlerine almasıw;
- 4) Sıyımlılıq togın kompensaciyalawshı quwatlı qurılmanı ornatiw.

1. ULÍWMA BÓLIM

1.1. 110 kV «Tashkala» podstanciyasında tutınıwshılardıń elektrlik júklemeleri

Texnikalıq hám ekonomikalıq máselelerdiń quramalı komplekslerin sheshiw ushın dáslepki berilgenler sıpatında elektrlik júklemelerdi qarawımız kerek. Qálegen elektr támiyinlew sistemaların proektlewde birinshi basqısh elektrlik júklemenı anıqlaw bolıp, ol tok ótkeriwshi elementlerdi (shına, kabeller, ótkizgishler) ótkeriw múmkinshiligi (qızıwǵa) hám ekonomikalıq parametrleri boyınsha túrlendirgishlerdi hám kúsh transformatorlardı tekseriw hám tańlap alıw, joǵaltıwlardı esaplaw, kernewdiń terbelisin hám awısıwın, kompensaciyalawshı qurılmalardı, qorgawshı qurılmalardı hám t.b. tańlap alıw maqsetinde ótkeriledi. Sxemanı tańlap alıwdıń hám elektr támiyinlew sistemasınıń barlıq elementleriniń hámde onıń texnikalıq–ekonomikalıq kórsetkishleri kútilgen elektrlik júklemenıń durıs tańlanıwınıń racionallıǵınan ǵárezli boladı [15].

«Tashkala» podstanciyasınıń elektr energiyasın tutınıwshılar tómendegiler blıp tabıladı: Paxta zavodı, Jem cexı, Nasoslıq stanciya, Turar jaylar, Kompresorlıq stanciya, Fermer xojalıǵı, Kotelxana, Rayon orayı. Balans moyunosti elektricheskix nagruzok PS «Tashkala» podstanciyasınıń elektrlik júklemesiniń quwatlılıq balansı 1.1–kestede keltirilgen.

1.1–keste

«Tashkala» podstanciyasınıń tutınıwshılarınıń elektrlik júklemeleri

Tutınıwshılardıń atamaları	Qısta (A)	Jazda (A)	cos φ
1. Paxta zavodı	95	134	0,95
2. Jem cexı	210	204	0,95
3. Jem cexı	272	140	0,95
4. Nasoslıq stanciya	120	91	0,95

5. Turar joylar	65	45	0,95
6. Kompresorlik stantsiya	219	117	0,95
7. Fermer xojaligi	35	13	0,95
8. Kotelxana	15	5	0,95
9. Rayonliq oray	50	117	0,95
Jami	1081	866	----

1.2. «Tashkala» rayonida joylashtirilgan 110 kV podstantsiyasining tutinishlari elektrlik tarmiqidagi harakattede sxemasining xarakteristikasi

110 kV «Tashkala» podstantsiyasi 1979–yili ekspluatatsiyaga tushgan, ol 110 kV JKL Turtkul -1 ham 110 kV JKL Turtkul -2 liniyalarini qurilgan natijesindegi energiya sistemasiga jalqangan. Ol Turtkul rayonini bir bolimin ham sanaat zonasidagi tutinishlari tarmiqida ushin arналgan.

Kernew transformatorlarini kirish qisqishlarina eki ozara rezervtegi liniyalardan beriledi: Turtkul -1 ham Turtkul -2. Bunday sxema tutinishlari ajratpay turip sondirgishlerdi gezekpe–gezek remontlawga mumkinshilik beredi.

1.3 Podstantsiyaning keneytiriw ham rekonstruktsiyalaw zarur ekenligini aniqlawshi harakattede podstantsiyaning jaqdayi ham faktorlari

Podstantsiya 110 kV Tashkala podstantsiyasi tiykarinan jetpisinshi jillari shiqarilgan qurilmalardan turadi.

Podstantsiyada tomendegiler ornatilgan:

Ajralilwshi oramga iye eki transformator 1T ham 2T – TRDN-25000/110

110 kV tarepinen 1T transformator JVL Tashkala -1, al 2T transformator JVL Turtkul-2 menen tarmiqinlengen.

10 kV lıq 1 sekciya 1T transformator arqalı támiyinlengen. 10 kV kernewde 1T hám 2T transformatorlardıń parallel islewi, bir transformatorдан ekinshisine júklemenı ótkeriw boyınsha qayta qosıwda qısqa waqıtta (10 minuttan kóp emes) ámelge asırıladı .

10 kV lıq podstanciyanıń shınalarındaǵı kernewdi retlestiriw 1T, 2T transformatorlarınıń júklemede turǵan halında (RPN) kernewdi retlestiriw qurılması járdeminde avtomatikalıq yamasa aralıqtan ámelge asırıladı.

Liniya shıńjırında, shekten tis júklemenıń artıwında hám qısqa tuyıqlanıwda olardı óshiriw ushın, hámde liniya apparatların jıynalǵan shinalardan yamasa olardı remontlawda tarmaqtan ajratıw ushın liniyanı ekspluataciyalıq qosıw hám óshiriw ushın zárúr bolǵan apparatlar ornatılǵan.

Quwatlı sóndirgishler qısqa tuyıqlanıw togın hám rabochiy toklardı ajratıw ushın mólsherlengen. 10 kV tárepinde VK-10-20/630 sóndirgishi ornatılǵan.

Júklemenı ajratıwda shıńjırdan kernewdi alıw ushın bir–birinen ajratqıshlar qollanıladı. Berilgen shıńjırdıń ajratqıshları hám quwatlı sóndirgishler arasındaǵı avariyanı aldınan eskertiw ushın, sóndirgishtıń qosılǵan halında ajratqıshtıń óshiwine jol qoykawshı mexanikalıq hám elektromagnitlik tosqańlaǵıshlar qaralıp ótilgen.

110 kV lı tárepte mına ajratqıshlar ornatılǵan: RNDZ-1^b-110U1 hám RNDZ-2-110U1; 10 kV lı táreptegi 1T – KRUN-10 kV hám 2T – KRUN-10 kV liniyalarında RNDZ-1-10/2000 ajratqıshları ornatılǵan.

Elektr úskeneleriniń ishinde yamasa sırtqı tásiridin, misalǵa jıldırım sebepli, elektrlik tarmaqlardıń islew rejiminiń birden ózegrip ketiwi menen baylanısqa elektromagnitlik processlerdin nátiyjesinde kernewdin artıp ketiwi júzege keliwi múmkin. Olardan qorǵanıw ushın 110 kV lıq tárepte RVS – 110/73 – 10(I)UXL1 markalı razryadlawshılar hám transformatordin neytralınıń izolyaciyasın qorǵawshı RVS – 110/44 – 10(I)UXL1 markalı; 10 kVlıq tárepte: RV0 – 10/11 – 10(I)UXL1markalı razryadlawshılar qollanıladı. Joqarı kernewli elektr

qurılmalarında tok hám kernewdi ólshewdi támiyinlew ushín tok transformatorları hám kernew transformatorları qollaníladi.

1.2–keste

U,kV	Tok transformatorı	Kernew transformatorı
10	TLM-10	NAMI-10
10	TLN-10	

KRUN-10 kV nín sxeması bir– sekciyalanğan shinalar sisteması. Qısqa tuyqlanıw togın sheklew maqsetinde sekciyalardıń jeke islewi qollanıladi. Sxemada rezervti avtomatikalıq qosıw (AVR) qurılmasına iye sekciyalıq sóndirgishler qaralıp ótilgen. Kernewdiń 10 kV lıq tárepinde sxemanıń bekkemligin asırıw, sóndirgishlerdi remontlaw ushın yacheykanıń shıǵarıp alınıwshı bólimin tez almasıwǵa múmkinshilik beriwshi KRU-10 kV shkaftı qollanıw esabınan ámelge asırıladi. K-37 yacheykası ornatılğan. Menshikli zárúrlikti támiyinlew ushın, 10 kV lıq sekciyaǵa baylanıstırılğan eki TM – 160/10/0,4 transformator ornatılğan.

Podstanciyadan elektr energiyasınıń bólitiriliwi 10 kV lıq kabelli hám hawalı EJBL arqalı ámelge asırıladi.

Ekspluatatsiya dáwirinde derlik barlıq elektrotexnikalıq qurılmalar óziniń resursların isletip bolğan.

Bunnan basqa waqıttıń ótiwi menen Tashkala podstanciyasınıń jaylasıw ornındaǵı kemshilikler júzege keldi: kabellik liniyanıń júdá uzınlıǵı, bunıń sebebinen sıyımlılıq toklardıń qáddiniń joqarılawına alıp keledi, bul óz gezeginde sáykes qurılmalardı qollanıwdı talap etedi.

Sonlıqtan hárekettegi podstancianı rekonstrukciyalaw zárúr, onıń maqseti morallıq jaqtan tozǵan hám fizikalıq gónergen qurılmalardı hám avtomatikanı almasıw bolıp tabıladi.

1.4 110 kV Tashkala podstanciyasın rekonstrukciyalawdın texnikalıq sheshimi

«Tashkala» podstanciyasın rekonstrukciyalawdın texnikalıq sheshimi podstanciya sxemasınıń bekkemligin asırıwǵa baǵıtlanǵan:

- 110 kV lıq tárepte liniyanın keliw jolına sóndirgishlerdi ornatıw;
- 110 kVlıq liniyanın arasındaǵı qosqıshqa sóndirgish ornatıw;
- morallıq jaqtan tozǵan hám fizikalıq gónergen qurılmalardı texnologiyalıq jetiliskeń jańasına almasıw.

Bunnan basqa, sıyımlılıq tokların kompensaciyalaw ushın qosımsha qurılmalardı tańlap alıw qaralıp ótıledi.

1.4.1 110 kV lıq ORU dı rekonstrukciyalaw

110 kV lıq Tashkala podstanciyasınıń ORU ın rekonstrukciyalawǵa tiykarınan tómendegi principler qoyılǵan:

- rekonstrukciyanın qálegen basqıshında JVL 110 ǵa jalǵanıw múmkinshiligin támiyinlew;
- ORU 110 hám KRUN 10 kV arasındaǵı baylanıstı saqlaw;
- kommutaciyalıq qurılmalardı qayta qosılıwlarıdın minimal muǵdarına erisiw;
- liniya bólimleriniń hám waqıt peremichkalarınıń muǵdarı dawam etiw aralıǵınıń minimallıǵın támiyinlew.

1.4.2 KRUN 10 kV tí rekonstrukciyalaw

10 kV lıq Tashkala podstanciyasında bar boǵan KRUN ǵa elektr jetkerip beriw liniyası jalǵanǵan, olardıń biri juwapkerli tutınıwshılardı támiyinleydi. Ukazannie osobennosti prisoedineniy KRUN 10 kV KRUN nın jalǵanıwınıń

kórsetilgen artıqmashlıǵı esaplaw shártlerin anıqlap beredi, onda hárekettegi podstanciyanıń rekonstrukciyası ámelge asırıladı.

10 kV lıq KRUN dı rektonstrukciyalawdın tómende keltirilgen variantları tiykarında mına principler jatadı:

- jumısta barlıq baylanıslardı maksimal saqlaw;
- ornatılǵan quwatlılıqtı tolıǵı menen beriwdi támiyinlew;
- podstanciyanıń ORU 110 hám KRUN 10 kV arasındaǵı baylanıstı saqlaw;
- waqıtsha pepemichkalardıń muǵdarın minimalǵa alıp keliw;
- baylanıstı waqıtsha qosıw ushın sekciyalar arasındaǵı sóndirgishler yacheykasın qollanıwdı ámelge asırmaw.

2. QÍSQA TUYÍQLANÍW TOGÍN ESAPLAW

Elektr shınjırınıń normal islew shártlerinde kúilmegen qálegen eki noqatınıń baylanısıwı (tuwrıdan tuwrı yamasa esapqa almaytuǵın kishi qarsılıqlar arqalı) qısqa tuyıqlanıw (KZ) dep ataladı. Qısqa tuyıqlanıwǵa sebepshiler, izolyaciyanıń mexanikalıq jaraqatlanıwı, onnan kernewdın artıp ketiwi hám tozıw nátiyjesinde tesip ótiliwi, úziliwler, hawa liniyasında ótkizgishlerdın biri birine tiyip ketiwi, personaldıq qátelikke jol qoyıwı hám t.b. sebepkerler blıp tabıladı. Qısqa tuyqlanıw nátiyjesinde shınjırda tarmaq elementleri ushın qáwipli toklar payda boladı, olar tarmaqtı isten shıǵarıwı múmkin. Solay etip, elektr qurılmalarınıń normal islewin támiyinlew ushın relelik qorǵanıw hám avtomatika qurılmalarınıń, tolıq elektr tarmaǵınıń qısqa tuyıqlanıw toklarına shıdamlılıǵına esaplawlar ótkeriledi.

Úsh fazalı tarmaqlarda hám qurılmalarda ayırmashılıǵı boyınsha úsh fazalı (simmetriyalı), eki fazalı hám bir fazalı (simmetriyalı emes) qısqa tuyıqlanıwlar bar. Janede eki fazanıń jerge qısqa tuyıqlanıwı, bir waqıttın ózinde fazanıń úziliwi menen qısqa tuyıqlanıw bolıwı múmkin. Kópshilik jaǵdaylarda bir fazanıń jerge qısqa tuyıqlanıwı bolıp turadı (qısqa tuyıqlanıwdın barlıq sanınan 65% ke

shekem), eki fazanıń jerge qısqa tuyıqlanıwı (qısqa tuyıqlanıwdıń barlıq sanınan 20% ke shekem), eki fazalı qısqa tuyıqlanıw (qısqa tuyıqlanıwdıń barlıq sanınan 10% ke shekem) hám úsh fazalı qısqa tuyıqlanıw (qısqa tuyıqlanıwdıń barlıq sanınan 5% ke shekem) [1].

Apparatlardıń hám tok ótiwshi bólimlerdi termikalıq hám dinamikalıq shıdamlılıqqa tekseriw hám tańlaw ushın, zárúr jaǵdaylarda usı toklardı sheklew boyınsha qurılmalardı tańlaw hámde relelik qorganıw qurılmasın bahalaw hám tańlaw ushın qısqa tuyıqlanıw tokları esaplanadı.

Úsh fazalı qısqa tuyıqlanıw esaplanıwshı dep ataladı, sebebi bul jaǵdayda qıqqa tuyıqlanıw togı maksimal mániske iye boladı. Qısqa tuyıqlanıw togın esaplawda tómendegilerge jol qoyıladı [21]:

- qaralıp atırılǵan qısqa tuyıqlanıw noqatın energiya menen támiyinlewde qatnasıwshı barlıq derekler birwaqıtta hám nominal júkleme menen isleydi;
- elektr támiyinlew sxemasınıń hárbir qáddindegi esaplanıwshı kernew nominal mánisten 5 % ke joqarı dep qabıl etiledi;
- qısqa tuyıqlanıwdıń kúshli togı eń úlken mániske iye bolǵan waqıt momentinde qısqa tuyıqlanıw ámelge asadı;
- qısqa tuyıqlanıw ornındaǵı qarsılıq nólge teń dep qabıl etiledi;
- esaplanıwshı sxemaǵa kiriwshi hárqıylı energiya derekleriniń EQK nıń fazaları boyınsha jıljıwı esapqa alınbaydı;
- sıyımlılıq esapqa alınbaydı, bunıń saldarınan hawa hám kabellik tarmaqlardaǵı sıyımlılıq toklarıda esaplanbaydı;
- transformatorlardıń magnitleniw tokları esapqa alınbaydı;
- energiya dereginiń kernewi ózgerissiz qaladı.

Jerge tolıq tutastırılǵan neytral menen islewshi 110 kV hám onnan joqarı tarmaqlarda, jaraqatlanǵan fazadaǵı tok úlken bolǵan qısqa tuyıqlanıwdıń túri (bırfazalı yamasa úshfazalı) ushın qısqa tuyıqlanıw togın esaplaw ótkeriledi. 110 kV tan tarmaqlarda qısqa tuyıqlanıw togın esaplaw úsh fazalı qısqa tuyıqlanıw túr ushın ótkeriledi.

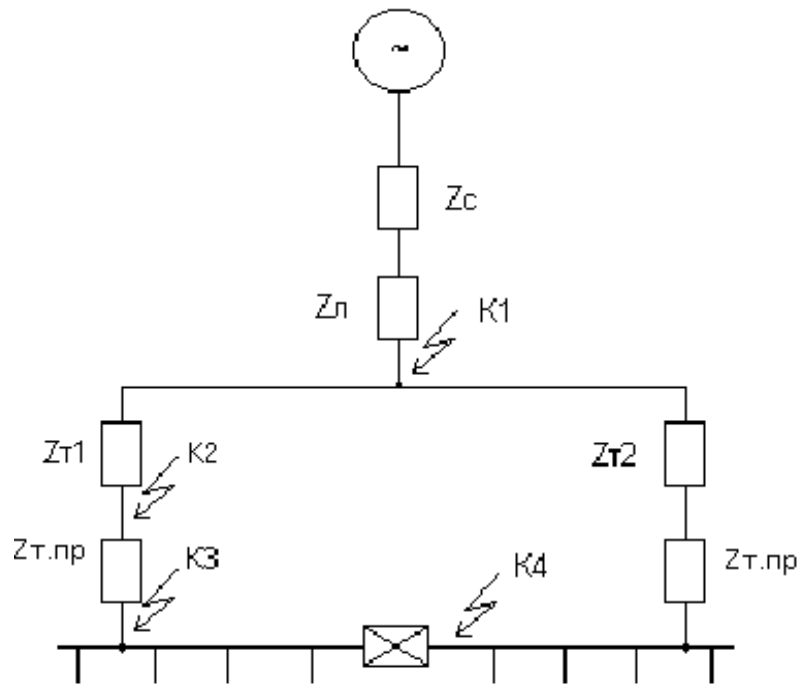
Tańlap alıńǵan quwatlı hám kommutaciyalıq elektr qurılmalarınń hámde RQhámA qurılmalarınń qısqa tuyıqlanıw rejiminde durıs islewın tekseriw zárúrligine baylanıslı, qısqa tuyıqlanıwdı esaplawdın ush fazalı simmetriyalı qısqa tuyıqlanıw túri qollanıladı.

Esaplawlardın maqsetinen ǵárezligi boyınsha elektrlik tarmaqlardıń sáykes islew rejimi tańlap alınadı.

Mısalǵa, termikalıq bekkemlikke kommutaciyalıq apparaturanı tekseriw hám tańlap alıw, qısqa tuyıqlanǵan tarmaqtan múmkin bolǵan maksimal tok ótiwin talap etedi. Bul rejim esaplaw sxemasında barlıq energiya derekleriniń hám baylanıs tarmaqlarınıń qosılıwın talap etedi. Bunday rejim maksimallıq dep ataladı.

Kersinshe, relelik qorǵanıw qurılmalarınń sezgirligin tekseriw, tarmaqtın remontlaw rejimin esapqa alıw menen ámelge asırılıwı kerek, bunda tekseriliwshi qorǵanıw arqalı qısqa tuyıqlanıw togı minimal bolıwı ushın energiya dereginiń hám baylanıs tarmaqlarınıń bir bólimi ajratılǵan.

Biraqta, RQ hám A qurılmalarınń sezgirligin tekseriw ushın, esaplaw rejimleri hám zıyanlanıw túrleri, tańlap alıńǵan islew rejimi real múmkin bolatuǵın sistemanıń islewiniń eń qolaylı sharayatlarınan kelip shıǵıp ornatılıwı kerek [14]. Qısqa tuyıqlanıw tokların esaplaw ushın almasıw sxema 2.1—súwrette kórsetilgen.



2.1–сúwret

110 kV kernewge keltirilgen almasıw sxemasınıń parametrlerin tabamız:

1) Sistemanıń qarsılıǵı.

$$Z_{c110} = 6,55/7,35 \text{ Om}$$

2) Transformatorlardıń qarsılıǵın tabamız.

$$r_T = \frac{\Delta P_k * U_{\text{в.н.}}^2}{S_n^2} = \frac{145 * 10^3 * 115^2 * 10^6}{32^2 * 10^{12}} = 0,187 \text{ Om}$$

$$x_T = \frac{U_k * U_{\text{в.н.}}^2}{100 * S_{\text{НОМ}}} = \frac{10,5 * 115^2 * 10^6}{100 * 32 * 10^6} = 43,3 \text{ Om}$$

Almasıw sxemasınıń parametrlerin ulıwma túrde jazamız:

1) Parallel i – j liniyalardıń salıstırmalı reaktivlik qarsılıǵı:

$$x_{ij} = \frac{x_i * x_j}{x_i + x_j} \quad (2.1)$$

2) Liniyanıń ulıwma qarsılıǵı:

$$z_{\text{л}} = \sqrt{x_{\text{л}}^2 + r_{\text{л}}^2} \quad (2.2)$$

3) Liniyanıń ulıwma reaktivlik qarsılıǵı:

$$x_{\text{л}} = x_0 * l \quad (2.3)$$

bul jerde x_0 - liniyanıń salıstırma reaktivlik qarsılıǵı (Om/km);

l - liniyanıń uzınlıǵı (km).

4) Liniyanıń ulıwma aktivlik qarsılıǵı:

$$r_{\text{л}} = r_0 * l \quad (2.4)$$

bul jerde r_0 - liniyanıń ulıwma reaktivlik qarsılıǵı (Om/km);

l - liniyanıń uzınlıǵı (km).

5) $i-j$ liniyanıń ulıwma qarsılıǵı:

$$z_{ij} = \frac{z_{\text{л}i}}{2} \quad (2.5)$$

6) $i-j$ liniyanıń rektiv qarsılıǵı:

$$x_{ij} = \frac{x_{\text{л}i}}{2} \quad (2.6)$$

7) $i-j$ liniyanıń aktiv qarsılıǵı:

$$r_{ij} = \frac{r_{\text{л}i}}{2} \quad (2.7)$$

110 kV lıq liniyanıń parametrleri (AS-95, $l=11\text{km}$):

$$r_1 = 0,34 \text{ Om/km} = 4,71$$

$$x_1 = 0,429 \text{ Om/km} = 6,3$$

10 kVlıq tok ótikizgishtiń parametrleri (2AS-185):

$$X_{\text{t.p.}} = 0,409 \text{ Om/km}$$

$$R_{\text{t.p.}} = 0,156 \text{ Om/km}$$

Qısqa tuyıqlanıw togın esaplaw ushın formulalardı ulıwma túrde jazamız:

1) Qısqa tuyıqlanıw togınıń dáwirli qurawshıları:

$$I_k = \frac{U_p}{\sqrt{3} X_\Sigma} \quad (2.8)$$

bul jerde U_p - esaplanıwshı kernew;

Z_Σ - qısqa tuyıqlanıw noqatına shekemgi bólimniń qarsılıǵı.

2) Waqıt turaqlısı:

$$T_a = \frac{X_\Sigma}{314 r_\Sigma} \quad (2.9)$$

bul jerde X_Σ - qısqa tuyıqlanıw noqatına shekemgi bólimdegi reaktiv qarsılıq;

r_Σ - qısqa tuyıqlanıw noqatına shekemgi bólimdegi aktiv qarsılıq;

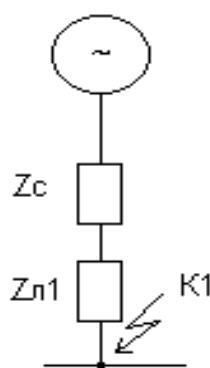
3) Urıwshı koefficient:

$$K_{y\partial} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} \quad (2.10)$$

4) Qısqa tuyıqlanıwdıń urıwshı togı:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} K_{y\partial} * I_k \quad (2.11)$$

Mısal retinde 2.2– súwrettegi K1 noqatın qarap ótemiz:



2.2–súwret

$$I_{k.\phi. \max / \min} = \frac{115}{\sqrt{3}(6,55 / 7,35 + 2,23)} = 7,27 / 6,96 \text{ kA}$$

bul jerde $I_{k.b. \max/\min}$ – sistemaníń minimal hám maksimal rejimlerindegi qısqa tuyıqlanıw togınıń 110 kV qa keltiriliwi. Nominal kernewge keltirilgen qısqa tuyıqlanıw togı:

$$I_{k \max/\min} = I_{k.b. \max/\min} \frac{U_{\delta}}{U_{\text{НОМ}}}$$

$$T_a \max/\min = \frac{6,55 / 7,35 + 2,33}{314 * 1,089} = 0,025 / 0,028 \text{ s}$$

$$K_{y\partial \max/\min} = 1,6$$

$$i_{y\partial \max/\min} = \sqrt{2} * 1,6 * 7,27 / 6,96 = 16,4 / 15,7 \text{ kA}$$

Esaplawlar nátiyjesin 2.1–kestege túsiremiz.

2.1–keste

Q.t. esaplanıw shı noqatı	Sistemanıń max rejimi				Sistemanıń min rejimi			
	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
$X_{110\Sigma}$, Om	7,95	63,55	63,96	36	8,85	64,45	64,86	36,9
$R_{110\Sigma}$, Om	1,092	3,632	3,822	2,5	1,092	3,632	3,822	2,5
I_{kib} , kA	8,4	1,05	1,04	1,4	7,5	1,03	1,02	1,2
U_n , kV	110	10	10	10	110	10	10	10
I_k , kA	8,4	11,5	11,4	15,3	7,5	11,3	11,2	23,1
T_a , s	0,023	0,056	0,053	0,046	0,026	0,057	0,054	0,047
i_{ud} , kA	20,2	29,3	29,0	38,9	18,0	28,7	28,5	33,0

3. JOQARÍ VOLTÍ APPARATURANÍ TAÑLAW

3.1. Transformatorlardín sanín hám quwatlıgín tañlaw

Podstanciyanın transformatorlarının quwatlıgı tutınıwshılardıń 10 kV elektr támiyinleniwi menen anıqlanadı. Júklemelerdín saatlıq támiyinleniwi 3.1–kestege kiritilgen.

3.1–keste

Waqıt	S, MVA
2:00	12,5
3:00	12,5
4:00	12,5
5:00	12,5
6:00	12,5
7:00	14,3
8:00	14,3
9:00	14,3
10:00	14,3
11:00	14,3
12:00	14,3
13:00	14,3
14:00	14,3
15:00	14,3
16:00	14,3
17:00	16,2
18:00	16,2
19:00	16,2
20:00	16,2
21:00	16,2
22:00	14,3

23:00	14,3
0:00	12,5
1:00	14,3

Tolıq ortasha kvadratlıq S_{CKB} quwatlıqtı podstanciyanıń júkleme grafiginen tómendegi formula boyınsha tabıladı:

$$S_{CKB} = \sqrt{\frac{S_1^2 * t_1 + S_2^2 * t_2 + ... + S_n^2 * t_n}{t_1 + t_2 + ... + t_n}}$$

$$S_{CKB} = 22,4 \text{ MVA.}$$

1) Transformatorlardıń nominal quwatlıǵı tómendegi shárt boyınsha anıqlanadı [7]:

$$S_{НОМ.мп} \geq \frac{S_{CKB}}{0,7 * n} \quad (3.1)$$

bul jerde n – podstanciyaдаǵı transformatorlardıń sanı ($n=2$).

0,7 – júklemenin mólsherlergen koefficienti zagruzki.

$$S_{НОМ.мп} \geq \frac{22,4}{0,7 * 2} = 16 \text{ MVA.}$$

Keleshekte sanaat zonalarınıń hám jańa kishi rayonlardıń rawajlanıwın esapqa alıp, bar bolǵan quwatlıǵı $S_n = 32 \text{ MVA}$ transformatorlardı qaldıramız.

Normal rejimde transformatorlardıń júkleniw koefficientin anıqlaymız:

$$k_3 = \frac{S_{CKB}}{S_n * n} \quad (3.2)$$

$$k_3 = \frac{22,4}{32 * 2} = 0,35$$

Usınıń nátiyjesinde, normal rejimde transformatorlar artıq júklemege iye bolmaydı.

2) Avariyaдан keyingi rejimde transformatordıń júkleme koefficientin, yaǵnıy bir transformator ajratılǵan jaǵdayda anıqlaymız:

$$k_3^{a\theta} = \frac{S_{pacu}}{S_n} \quad (3.3)$$

$$k_3^{a\theta} = \frac{22,4}{32} = 0,7$$

Avariya dan keyingi rejimde transformator dín júkleme koefficienti ornatılǵan normadan, yaǵnıy 1,5 nan artıp ketpeydi.

Sonlıqtan, 25 MVA quwatlıqqa iye transformator dín hárbiri talap etilgen shártlerdi qanaatlandıradı.

TRDN-25000/110 transformator ın tańlap alamız. Transformator dín parametrleri 3.2–keste de keltirilgen.

3.2–keste

Transformator dín túri	TRDN-25000/110
Snom, MVA	32
Uvn, kV	115
Unn, kV	10,5
ΔPxx, kVt	35
ΔPk, kVt	145
Uk, %	10,5
Ik, %	0,7
Transformatorlardín sanı	2

3.2 Transformatorlarda elektr energiyasın ın joǵalıw ın anıqlaw

Eki oramlı transformatorlarda elektr energiyasın ın joǵalıw ı, MVt*ch:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_{mp.nazp.} * \tau + \Delta P_x * T \quad (3.4)$$

bul jerde $\Delta P_{mp.nazp.}$ - transformator da aktiv quwatlıqt ın júklemedegi joǵalıw ı,

MVt*ch;

τ - maksimal joǵaltıw waqt ı, ch;

ΔP_x - transformator dín bosqa islewindegi nominal joǵaltıw, MVt;

T – transformator dín islew waqtı, ch (jıl dawamında islewde T=8760 ch dep qabıl etiledi).

$$\Delta P_{mp.nazp.} = \frac{S_{pacu.}^2}{U_{BH}^2} * R_{mp.} \quad (3.5)$$

bul jerde S_{pacu} - transformator boyınsha ótiwshi anıq quwatlılıq, MVA;

U_{BH} - transformator dín birinshi oramınıń nominal kernewi, kV;

R_{mp} - transformator dín aktiv qarsılıǵı, Om.

$$R_{mp} = \frac{\Delta P_{\kappa} U_{BH}^2}{S_{nom}^2} \quad (3.6)$$

bul jerde ΔP_{κ} - transformator dín qısqa tuyıqlanıwdaǵı nominal joǵaltıwı, MVt;

S_{nom} - transformator dín nominal quwatlıǵı, MVA.

$$\Delta \Theta = \Delta P_{\kappa} * \left(\frac{S_{pacu}}{S_{nom}} \right)^2 * \tau + \Delta P_x * T \quad (3.7)$$

Bir qıylı parallel tutastırılǵan transformatorlar toparında elektr energiyasınıń joǵaltılıwı:

$$\Delta \Theta = \Delta P_{\kappa} * \left(\frac{S_{pacu}}{S_{nom}} \right)^2 * \tau + n * \Delta P_x * T \quad (3.8)$$

bul jerde n – topar daǵı transformatorlar sanı.

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{max}}{10000} \right)^2 * 8760 \text{ (ch)} \quad (3.9)$$

bul jerde T_{max} - qollanılǵan maksimum saatlar sanı, jıl daǵı saat.

$$T_{\max} = \frac{P_{11}t_1 + P_{22}t_2 + \dots + P_{nn}t_n}{P_{\max}} * 365 \quad (3.10)$$

bul jerde $P_1, P_2, \dots, P_n$ - waqıt dáwiri t_1, t_2, t_n ge sáykes keliwshi quwatlıqlardıń mánisi;

$P_{\max}$ - sutkadaǵı quwatlılıqtıń maksimal mánisi (júkleme grafiginen).

Úsh oramlı transformatorlardagı hám tarmaqlanǵan oramlarǵa iye transformatorlardagı elektr energiyasınıń joǵalıwı, MVt*ch:

$$\Delta \Theta = \frac{\Delta P_{\kappa}}{2S_{\text{НОМ}}^2} * (S_B^2 + S_C^2 + S_H^2) * \tau + \Delta P_x * T \quad (3.11)$$

bul jerde S_B, S_C, S_H - joqarı, orta hám tómen kernewli oramlar byınsha sáykes ótiwshi anıq quwatlılıq, MVA.

Birqıylı parallel tutastırılǵan transformatorlar toparında elektr energiyanıń joǵalıwı, MVt*ch:

$$\Delta \Theta = \frac{\Delta P_{\kappa}}{2S_{\text{НОМ}}^2} * (S_B^2 \tau_B + S_C^2 \tau_C + S_H^2 \tau_H) + n * \Delta P_x * T \quad (3.12)$$

bul jerde n – topardagı transformatorlar sanı.

Esaplawlar 3.3–kestede kórsetilgen.

3.3–keste

transformator dın túria	Transformator lar sanı	τ , ch	ΔP_x , MVt	ΔP_{κ} , MVt	T, ch	$S_{\text{расч}}$, MVA	$S_{\text{НОМ}}$, MVA	$\Delta \Theta$, MVt*c h
TRDN- 32000/110	2	635 3	0,035	0,145	876 0	22,4	32	838,8

$$\Delta \Theta_{\text{мп}} = n * \Delta P_{\text{xx}} * T_{\max} + n * \Delta P_{\kappa 3} * \left(\frac{S_{\max}}{S_{\text{н.мп}}} \right)^2 * \tau = 2 * 0,035 * 8760 + 2 * 0,145 * (22,$$

$$4/32 * 2)^2 * 6353 = 613,2 + 225,6 = 838,89 \text{ mVt*chas}$$

3.3 Tiykargı (menshikli) mıtájlikke transformatorlardı tańlaw

Podstanciyadan tutınıwshılarga elektr energiyasın jetkerip beriw hám bólistiriw processiniń úzliksizligi menshikli mıtájlik tutınıwshıları menen támiyinlenedi. Olar ushın energiya derekleri sıpatında tómennetiwshi 10/0,4 transformatorlar qollanıladı.

«Tashkala» podstanciyasınıń menshikli mıtájleriniń tutınıwshıları 3.4–kestede kórsetilgen.

3.4–keste

Tutınıwshınıń ataması	I_n, A
1. Suwıtıw 1T	25
2. Suwıtıw 2T	25
3. ORU jaqtılandırıw	50
4. 1T kernewin retlestiriw	50
5. 2T kernewin retlestiriw	50
6. Alfa esaplaǵıshlardı qızdıırıw	50
7. 10kV yacheykanı jaqtılandırıw	25
8. ZRU-10 kV avariyalıq jaqtılandırıw	25
9 OD hám KZ-110 kV privodlardı qızıdıırıw	25
10. ZRU koridorın jaqtılandırıw	25
11. ZRU-10 daǵı quwatlı ıńıt	50
12. RQ hám A qurılmaların qurılmaların tekseriw	25
13. «Granit»	25
14. Teleólshewler	513

Tiyykargı mıtájlik tutınıwshılardıń elektrlik támiyinlew ortasha $S_{sr}=207$ kVA quraytuǵını ólshewler jolı meneı anıqlandı.

Tiykargí mótájlík transformatorlarínín quwatlígín aníqlaymíz:

$$S_{nom.mp} \geq \frac{S_{cp}}{0,7 * n} = \frac{207}{0,7 * 2} = 147,85 \text{ kVA}$$

Transformatorlardí tańlaymíz $S_n=250 \text{ kVA}$

Normal rejimde transformatorlardín júkleniw koefficienti:

$$k_3 = \frac{S_{cp}}{S_n * n} = \frac{207}{2 * 250} = 0,41$$

Avariya dan keyingi rejimde transformatorlardín júkleniw koefficienti:

$$k_3^{as} = \frac{S_{cp}}{S_n} = \frac{207}{250} = 0,82$$

YAǵnıy tiykargí mótájlík transformatorları artıqsha júklemeye iye bolmaydı.

«Tashkala» podstanciyasında eki tiykargí mótájlík transformatorları ornatılǵan TM-250/10/0,4.

Solay etip, «Tashkala» podstanciyasındaǵı tiykargí mótájlík transformatorların almasıw zárurlıǵı joq.

3.4 Ajıratqışlardí tańlaw

Ajıratqışlar tómendegishe tańlap alınadı [14]:

- kernew boyınsha;
- tok boyınsha;
- qurılmanın túri, konstrukciyası boyınsha;
- elektrodinamikalıq shıdamlıǵı boyınsha;
- termikalıq shıdamlıǵı boyınsha.

Ajıratqışlardí tańlap alıw nátiyjeleri 3.6–kestede keltirilgen.

RNDZ 1-110/1000XL		
Tańlaw shárti	Esaplangan nátiyjeler	Katalogtan alıńǵanlar
1. $U_{yct} \leq U_H$	$U_H = 110 \text{ kV}$	$U_H = 110 \text{ kV}$
2. $I_{pa6.maks} \leq I_H$	$I_{rab.maks}=75,1 \text{ A}$	$I_H = 1000 \text{ A}$
3. $i_y \leq i_{np.c}$	$i_u=20,2 \text{ kA}$	$i_{np.c} = 80 \text{ kA}$
4. $B_K \leq I_T^2 t_T$	$B_k=5,2 \text{ kA}^2\text{s}$	$I_T^2 t_T = 3969 \text{ kA}^2\text{s}$

Qısqa tuyıqlanıwda ajıratqıshlar kommutaciyalıq múmkinshilikke (uqıplılıqqa) tekserilmeydi, sebebi olar usınday rejimde islewge tiykarlangan.

3.5 KRUN – 10 kV yacheykasın tańlaw

Házirgi waqıtlarda 10 kV kernewde vakuumlıq sóndirgishlerge iye bólistiriw qurılmalarınń komplekti (KRU) ózleriniń jetiskenligi boyınsha eń kóp tarqalganı bolıp tabıladı:

- kommutaciyada nominal toklar hám nominal toklardıń óshiriliwiniń tozıwǵa joqarı shıdamlıǵı;
- ekspluataciyalıq shıǵınlardıń birden tómenlewi;
- jarılıwǵa hám jangınǵa tolıq qawipsizligi hám agressiv ortalıqlarda islew múmkinshiligi;
- vakuumlıq duga óshiriwshi kameranıń islew múmkinshiligiń keń temperaturalıq diapazonı;
- apparattıń konstrukciyasınıń kompaktligi hám kishi massalıǵı sebepli kúshli hám vibraciyalıq júklemege joqarı shıdamlıǵı;
- qálegen halda islewi hám sırtqı kórinisiniń kishiligi, bólistiriwshi qurılmalardıń (RU) hárqiyılı qurastırılıwına múmkinshilik beredi;
- basqa túrge energiyanıń kem shıǵıwı hám qısqa tuyıqlanıwda gazdı, maydı shıǵarıwdıń joqlıǵı, shawqımsızlıǵı, tazalıǵı, xızmet kórsetiw qolaylıǵı;

- qorshawshı ortalıqtıń pataslanıwınıń joqlıǵı;
- ekspluatatsiyada qawipsizligi hám joqarı isenimligi, montajlawǵa ketgen waqıttıń qısqarganlıǵı.

Kommutatsiyalıq kernewdiń kúsheyiwinıń artıwı kemshiliklerge jatadı, bul arawlı texnikalıq qurallardı qollanıwdı hám joqarı bahanı talap etedi.

10 kV lıq bólistiriw qurılmaları sıpatında, hárqıylı talapqa arnalǵan ayırım yacheykalardan turıwshı zavodta tayarlanǵan jabıq KRU dı qollanıw maqsetke muwapıq boladı.

KRUN-10 kV tí qurastırıw ushın rossiyada tayarlanǵan sırtqı kórinisi kishi bolǵan K-59 yacheykasın tańlap alamız. Bul yacheykalar házirgi zaman ekspluatatsiya talaplarına tolıq juwap beredi, ol vakuumlı sóndirgishlerge iye kirgizip shıǵarıwshı arbashalrǵa iye, KRU-10 nın qálegen elementine qorqınıshsız jaqınlasıwǵa boladı.

K-59 seriyalı KRU dın quramına elektromagnitlik privodına iye VBE–10–20/1600 tipindegi vakuumlı sóndirgishler, kernew transformatorları, tok transformatorları, razryadlawshılar, jerge tutastırıwshı qurılmalar, jıynalǵan hám baylanıstırıwshı shınalar, tayanısh hám ótiwshi izolyatorlar kiredi.

3.6. Ólshewshi transformatorlardı tańlaw

3.6.1. Tok transformatorı

Tok transformator (TT) rele hám ólshewshi priborlar ushın eń qolaylı shamalarǵa shekem birlemshi toktı kemeytiw, hámde joqarı kernewdiń birlemshi shıńjırınan saqlaw hám ólshew shıńjırların ajratıw ushın arnalǵan [24].

Bólistiriw qurılmaların proektlewde tok transformatorların tańlaw, transformatordın túrin tańlap alıwǵa, kútilgen júklemenı anıqlaw hám onı nominal menen salıstırıw, elektrodinamiklaıq hám termikalıq shıdamlılıqqa tekseriwge tiykarlanǵan. Tok transformatorınıń belgileniwine sáykes dállik klası anıqlanadı: 0,5 dálliktegi klasslar puldı esaplawshı esaplaǵıshlardı baylanıstırıw ushın

qollaníladi; 1 dálliktegi klasslar barlıq texnikalıq ólshewshi priborlar ushın; 3 hám 10 dálliktegi klasslar relelik qorǵanıw ushın qollanıladi [21].

Podstancianıń islew rejimin baqlaw, baqlawshı–ólshewshi priborlar járdeminde ámelge asırıladi: voltmetr, wattmetr, varmetr, aktiv hám reaktiv energiyanı esaplaǵıshlar. Tok transformatorın tańlaw hám salıstırıw 3.7–keste keltirilgen.

3.7–keste

Tok transformatorın tańlaw hám salıstırıw

TFZM – 110B-1		
Tańlaw hám tekseriw shártleri	Esaplangan mánisler	Katalok mánisleri
$U_{yct} \leq U_H$	$U_{yct} = 110 \text{ kV}$	$U_H = 110 \text{ kV}$
$I_{pab.maxc} \leq I_H$	$I_{pab.maxc} = 75,1 \text{ A}$	$I_H = 300 \text{ A}$
$B_K \leq I_T^2 t_T$	$B_K = 5,2 \text{ kA}^2 \text{ s}$	$I_T^2 t_T = 2187 \text{ Ka}^2 \text{ s}$
$i_y \leq i_{np.c}$	$i_u = 20,2 \text{ kA}$	$i_{np.c} = 62 \text{ kA}$
TSHL-10		
$U_{yct} \leq U_H$	$U_{yct} = 10 \text{ kV}$	$U_H = 10 \text{ kV}$
$I_{pab.maxc} \leq I_H$	$I_{pab.maxc} = 825,6 \text{ A}$	$I_H = 1500 \text{ A}$
$B_K \leq I_T^2 t_T$	$B_K = 22,4 \text{ kA}^2 \text{ s}$	$I_T^2 t_T = 2187 \text{ Ka}^2 \text{ s}$
$i_y \leq i_{np.c}$	$i_u = 38,9 \text{ kA}$	$i_{np.c} = 69 \text{ kA}$
TPL-10		
$U_{yct} \leq U_H$	$U_{yct} = 10 \text{ kV}$	$U_H = 10 \text{ kV}$
$I_{pab.maxc} \leq I_H$	$I_{pab.maxc} = 272 \text{ A}$	$I_H = 400 \text{ A}$
$B_K \leq I_T^2 t_T$	$B_K = 22,4 \text{ kA}^2 \text{ s}$	$I_T^2 t_T = 3675 \text{ Ka}^2 \text{ s}$
$i_y \leq i_{np.c}$	$i_u = 38,9 \text{ kA}$	$i_{np.c} = 66 \text{ kA}$

Priborlardín katalogtaǵı mánislerin qollanıp tok transformatorların ekilemshi júkleme boyınsha tekseriw ushın, fazalar boyınsha júklemenı anıqlaymız (3.8–keste).

Tok transformatorınıń A hám S fazasınıń eń kóp júklengenligi 3.8–kestede kórinip tur. TFZM 110B-1 markalı tok transformatorına ekilemshi júkleme boyınsha tekseriw júrgizemiz. Priborlardín ulıwma qarsılıǵı

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{9,1}{25} = 0,364 \text{ Om.}$$

3.8–keste

Pribor	Tip	Júkleme, V·A		
		A fazası	V fazası	S fazası
Ampermetr	E365	0,1	0,1	0,1
Vattmetr	D365	1,5	-	1,5
Varmetr	D365	2,5	-	2,5
Aktiv energiyanı esaplaǵısh	SA4U-I670(3)	2,5	2,5	2,5
Reaktiv energiyanı esaplaǵısh	SR4U-I670(3)	2,5	2,5	2,5
RQ hám A		5	5	5
Jámi		14,1	10,1	14,1

Tok transformatorınıń A hám S fazasınıń eń kóp júklengenligi 3.8–kestesinen kórinip tur.

TSHL-10 markalı tok transformatorına ekilemshi júkleme boyınsha tekseriw júrgizemiz. Priborlardín ulıwma qarsılıǵı

$$r_{np\delta} = \frac{S_{np\delta}}{I_2^2} = \frac{14,1}{25} = 0,564 \text{ Om.}$$

Tok transformatorınıń nominal ekilemshi júklemesi 0,5 dálliktegi klasında 0,8 Om dí quraydı. Kontaktlerdiń qarsılıǵın 0,1 dep qabıl etemiz, sonda ótkizgishlerdiń qarsılıǵı

$$r_{np} = z_{2H} - r_{np\delta} - r_K = 0,8 - 0,564 - 0,1 = 0,136 \text{ Om.}$$

Tok transformatorların 110 hám 10 kV qa tekseriw nátiyjeleri 3.9–kestege túsirilgen.

3.9–keste

Tip TT	I_2, A	$r_{np\delta}, Om$	r_{np}, Om
TSHL-10	25	0,564	0,136
TFZM-110B-1	25	0,564	0,136
TSHLP-10	25	0,564	0,136

3.6.2. Kernew transformatorları

Kernewdi ólsheushi transformatorlar (TN), kernewdi ólsheushın qolaylı mániske shekem túrlendiriw ushın arnalǵan. Esaplaǵıshlardı baylanıstırıw ushın arnalǵan transformatorlar 0,5 dálliktegi klassqa juwap beriwı kerek. Ólsheushi priborlardı mıtke baylanıstırıw ushın 1,0 hám 3,0 dálliktegi transformatorlar; relelik qorǵanıw ushın 0,5, 1,0 hám 3,0 dálliktegi transformatorlar qollanıladı.

Kernew transformatorları:

kernew boyınsha

$$U_{ycm} \leq U_H ; \quad (3.22)$$

oramlardıń baylanısıw sxeması hám konstrukciyası boyınsha;

dállik klası boyınsha;

ekilemshi júkleme boyínsha tańlap alínadı [21]

$$S_{2\Sigma} \leq S_H, \quad (3.23)$$

bul jerde S_H - tańlap alıńǵan dálilik klasındaǵı nominal quwatlılıq;

$S_{2\Sigma}$ - kernew transformatorına jalǵanǵan ólsheuwshi rele hám priborlardın barlıq júklemesi, V·A

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{\left(\sum S_{\text{приб}} \cdot \cos \varphi_{\text{приб}}\right)^2 + \left(\sum S_{\text{приб}} \cdot \sin \varphi_{\text{приб}}\right)^2} = \sqrt{P_{\text{приб}}^2 + Q_{\text{приб}}^2}. \quad (3.24)$$

110 kVlıq ORU ushın, NKF-110-83tipindegi kernew transformatorın tańlaymız. Júklemenin esaplanǵan nátiyjelerin 3.10–kestege kiritemiz.

3.10–keste

Kernew transformatorınıń ekilemshi júklemesi

Pribor	Tip	Qollan ǵan quwatlı ıq	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Pribor lardın sanı	Quwatlıqtın qosındısı ΣS
						0,3
Voltmetr	E365	0,1	1	0	3	3
Vattmetr	D365	1,5	1	0	2	5
Varmetr	D335/1	2,5	0,38	0,925	2	
Esaplaǵısh	SA4U-					7,5
aktivlik	I670(3)	2,5	0,38	0,925	3	
energiya	SR4U-					7,5
Esaplaǵısh	I670(3)	2,5	0,38	0,925	3	
reaktivlik						
energiya						5
RQ hám A		5	1	0		

U=110 kVlıq transformatorđı tańlawdı qarap ótemiz:

$$400 \text{ BA} > \sqrt{(0,3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 0,38 + 7,5 \cdot 0,38 \cdot 2 + 5 \cdot 1)^2 + (5 + 7,5 + 7,5)^2 \cdot 0,925^2} = 25,6 \text{ BA}$$

U=10 kV lıq transformatorđı tańlawdı qarap ótemiz:

$$S_{\text{nom}}=120\text{VA}>25,6\text{VA}$$

Kernew transformatorın tańlaw3.11–kestege kiritilgen

3.11–keste

Tip TN	S_{Σ} , V·A	S_{H} , V·A
NTMI-10	25,6	120
NKF-110-83	25,6	400

Solay etip, transformatorlar tańlap alıńǵan klass dálliginde isleydi.

3.7 Iyilgish tok ótkizgishlerdi tańlaw

110/10 kV lıq transformatorđan KRUN – 10 kV qa elektr energiyasın jetkerip beriwshi tok ótkizgishti tańlaymız [14].

- 1) Tok ótkizgishtiń ekonomikalıq qolaylı kesimin anıqlaymız (material – alıminiy):

$$S_{\text{эконом}} = \frac{I_{\text{паб}}}{i_{\text{эк}}} \quad (3.25)$$

bul jerde i_{ek} – toktıń ekonomikalıq tıǵızlıǵı (túslik zona ushın $i_{\text{ek}}=1,3 \text{ A/mm}^2$);

I_{rab} – normal rejimniń jumısshı togı.

$$I_{\text{паб}} = \frac{I_{\text{пач}}}{2} \quad (3.26)$$

bul jerde $I_{расч}$ – toktıń esaplangan mánisi.

$$I_{расч} = \frac{S}{\sqrt{3}U_H} = 825,6 \text{ A}$$

$$I_{раб} = \frac{825,6}{2} = 412,8 \text{ A}$$

$$S_{эконом} = \frac{412,8}{1,3} = 317,5 \text{ mm}^2$$

2AS-15markalı tok ótkizgishti tańlaymız.

2) Qızıwdıń dawam etiwı boyınsha tańlaw shárti:

$$I_{раб.утяж.} \leq I_{дон} \quad (3.27)$$

bul jerde $I_{раб.утяж.}$ – tok ótkizgishtiń maksimal jumısshı togı.

$$I_{дон} = I_m * k_1 * k_5 \quad (3.28)$$

bul jerde I_t – PUE boyınsha ótkizgish ushın toktıń maksimal múmkin bolǵan mánisi;

k_1 – qorshaǵan ortalıqtıń anıq temperaturasın esapqa alıwshı koefficient;

k_5 – anıq jumısshı kernewdi esapqa alıwshı koefficient.

Ótkizgish sıpatında AS-150 di tańlaymız.

$$I_t = 450 \text{ A}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_5 = 1,05$$

$$I_{дон} = I_m * k_1 * k_5 = 1 * 1,05 * 450 = 472,5 \text{ A}$$

$$I_{раб.утяж.} = I_{расч.} = 825,6 \text{ A}$$

Meyli tok ótkiziwshiniń hárbir fazasına AS – 150 liniyası kelsin, solay etip tok ótkiziwshi 2AS-150 liniyanı óz ishine aladı.

$$I_{раб.утяж.} = 825,6 < 2I_{дон} = 2 * 472,5 = 945 \text{ A}$$

3) Elektrodinamikalıq shıdamlılıq boyınsha tekseriw:

Qısqa tuyıqlanıw togında shına ótkizgishiniń elektrodinamikalıq shıdamlılıgın támiyinlew ushın esaplanıwshı kernew, shegaralıq $\sigma_{\text{dop.}}$ kernewden asıp ketpewi kerek.

$$\sigma_{\text{pacu.}} \leq \sigma_{\text{don.}} \quad (3.29)$$

Alıminiý ushın $\sigma_{\text{dop.}}=70$ mPa.

Biziń jaǵdayda hárbir fazaǵa eki liniya kelgenligi sebepli, eki túrdegi elektrodinamikalıq kúshler payda boladı: hárbir fazadaǵı toklardın tásir etiwı hám bir fazanıń toklarınin tásir etisiwi nátiyjesindegi kúshler.

$$\sigma_{\text{rasch.}} = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (3.30)$$

bul jerde σ_1 – hárqıylı fazalardaǵı toklardın tásir etisiw nátiyjesindegi shinadaǵı kernew.

σ_2 – ótkizgishtiń bir fazasındaǵı kernew.

$$\sigma_1 = \sqrt{3} \frac{l^2}{\xi a W_1} * i_{y\partial}^2 * 10^{-7} \quad (3.31)$$

bul jerde i_{ud} – qısqa tuyıqlanıwdaǵı kúsh (quwatlı) togı $i_{\text{ud}}=38,9$ kA;

a – fazalar arasındaǵı kernew, m;

$a=1$ m.

l – tok ótkizgishler aralıgınıń uzınlıǵı, m;

$l=0,5$ m.

$\xi=10$

W – kese kesim qarsılıǵınıń momenti, m³;

$W_1=2W$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \quad (3.32)$$

bul jerde d – ótkizgishtiń diametri, m;

$d=17,5$ mm.

$$\sigma_2 = \frac{ql^2}{12W} = \frac{ql^2 * 8}{\pi d^3 * 3}$$

bul jerde q –1m uzınlıqtağı bir fazanıń ótkizgishleri arasındagı tásir etisiw kúshi.

$$q = 0,82 \frac{i_{y\partial}^2}{l_2} * 10^{-7} \quad (3.33)$$

bul jerde l_2 – bir fazanıń ótkizgishleri arasındagı aralıq, m;

$$l_2 = 0,15 \text{ m.}$$

$$\sigma_2 = 2,17 \frac{l^2}{\Pi d^3 * l_2} * i_{y\partial}^2 * 10^{-7}$$

$$\sigma_{расч.} = \sigma_1 + \sigma_2 = l^2 * i_{y\partial}^2 * 10^{-7} * \left(\frac{\sqrt{3} * 32}{\xi a^2 \Pi d^3} + \frac{2,17}{\Pi d^3 l_2} \right)$$

$$\sigma_{расч.} = \frac{l^2 * i_{y\partial}^2 * 10^{-7}}{\Pi d^3} * \left(\frac{\sqrt{3} * 16}{\xi a} + \frac{2,17}{l_2} \right)$$

$$\sigma_{расч.} = \frac{38,9^2 * 10^6 * 10^{-7} * 0,5^2}{3,14 (0,0175)^3} * \left(\frac{\sqrt{3} * 16}{10 * 1} + \frac{2,17}{0,15} \right) = 39,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{расч.} = 39,1 \text{ MPa} < \sigma_{дон} = 70 \text{ MPa}$$

Esaplawlar nátiyjelerin 3.12–kestege kiritemiz

3.12–keste

Tańlap alıw shártleri	Esaplangan mánisler	Tok ótkizgish ushın berilgenler
U= 10 kV		
$S_{эконом} = \frac{I_{раб}}{i_{эк}}$	$I_{раб} = \frac{I_{расч}}{2}$ $I_{раб.утяж} = \frac{S_{np}}{\sqrt{3}U_n}$ $i_{ek} = 1,3$ $I_{раб} = 412,8 \text{ A}$	$S = 150 \text{ mm}^2$ 2AS-150

	$S_{\text{эконом}} = 317,5 \text{ mm}^2$	
$I_{\text{раб.утяж}} \leq I_{\text{дон}}$ $\sigma_{\text{расч.}} \leq \sigma_{\text{дон.}}$	$I_{\text{дон}} = I_m * k_1 * k_5$ $I_{\text{раб.утяж}} = 825,6 \text{ A}$ $l=1 \text{ m}, a=1 \text{ m}, \xi=10,$ $i_{\text{уд}}=7 \text{ kA}$ $W = \frac{\Pi d^3}{32} \quad d=17,5 \text{ mm.}$ $\sigma_{\text{расч.}} = 39,1 \text{ МПа}$	$I_t=450 \text{ A}$ $I_{\text{доп}}=2*472,5 \text{ A}$ $\sigma_{\text{дон.}} = 70 \text{ МПа}$
KRUN-10 kV lıq shınaǵa iye transformatorlardıń shıǵıw qısqa shıǵısların baylanıstırıw ushın, 2AS-150 markalı tok ótkizgishti tańlap alamız.		

3.8. SHinanıń ótkizgishin tańlaw

Jıynalǵan shinanıń kesimi kórsetilgen ádebiyat boyınsha alınadı [13]:

- 1) Awırlasqan rejimde toklıq júklemeden kelip shıǵıwshı qızıw shegarası boyınsha;
- 2) Termikalıq shıdamlıǵı boyınsha;
- 3) Elektrodinamikalıq shıdamlıǵı boyınsha.

KRUN-10 kV ushın shinalıq ótkizgishti tańlaymız.

Awırlasqan rejimniń esaplangan togı:

$$I_{\text{utyaj.}} = 825,6 \text{ A.}$$

Kesimi $60 \times 6 \text{ mm}^2$ bolǵan alüminiy shinanı tańlaymız.

$$I_{\text{доп.}} = 870 \text{ A.}$$

1. Qızıw shegarası boyınsha tekseriw:

$$I_{\text{утяж.}} < I_{\text{дон}}$$

$$I_{\text{утяж.}} = 825,6 < I_{\text{дон}} = 870$$

2. Termikalıq shıdamlılıq boyınsha shinalıq ótkizgishtiń minimal kesimi:

$$S_{m.c.} = \frac{\sqrt{I_{\kappa}^2 * t_n}}{C}$$

bul jerde I_{κ} – qısqa tuyıqlanıwdağı qalıplesiw togı, A;

t_n – qısqa tuyıqlanıwdıń májbúriy waqtı, s;

S – koefficient, alüminiy ushın S=92.

$$t_n = t_{otkl.} + T_a$$

$$t_n = 0,05 + 0,046 = 0,096 \text{ s.}$$

$$I_{\kappa} = 15,3 \text{ kA} = 15300 \text{ A.}$$

$$S_{m.c.} = \frac{\sqrt{15300^2 * 0,096}}{92} = 51,5_{\text{MM}}^2 < 60 \times 6_{\text{MM}}^2$$

3. SHinanıń elektrodinamikalıq shıdamlıǵı boyınsha mexanikalıq kernew tómendegi shártten tańlap alınadı:

$$\sigma_{pacu.} \leq \sigma_{don.}$$

bul jerde σ - shina materialındaǵı kernew;

$$\sigma_{pacu.} = \frac{M}{W} \quad (3.34)$$

bul jerde M- maksimal iyiliw momenti, N*m;

W- shina kesiminiń qarsılıq momenti, m³.

$$M = \frac{F * l}{\xi} \quad (3.35)$$

bul jerde F – ótkizgishlerden qısqa tuyıqlanıwdağı kúshli togı ótkendegi olar arasındaǵı tásir etiw kúshi, N;

l- izolyatorlar arasındaǵı aralıq, l=1m.

$$\xi = 10$$

$$F = 1,76 * i_{y\partial}^2 * 10^6 \frac{l}{a} * 10^{-7} * K_{\phi} \quad (3.35)$$

bul jerde a – fazalar arasındaǵı aralıq, a=0,15 m;

K_f- forma koefficient, K_f=0,35;

i_{ud} – qısqa tuyıqlanıwdağı kúshli tok i_{ud}=38,9 kA.

Meyli shinalar bir–birine jińishke tárepi boyınsha jaylasqan bolsın:

$$b = 6\text{mm} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

$$h = 60\text{mm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$F = 1,76 \cdot 38,9^2 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{0,15} \cdot 10^{-7} \cdot 0,35 = 62,1 \text{ N}$$

$$M = \frac{62,1}{10} = 6,21 \text{ N}\cdot\text{m.}$$

$$W = \frac{hb}{6}$$

$$W = \frac{(6 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{6} = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

$$\sigma_{\text{pacu.}} = \frac{62,1}{3,6 \cdot 10^{-6}} = 17,3 \text{ mPa.}$$

Iyiliwde kernew σ_{dop} dıń eń úlken shegarası, alıminiıy ushın 70 mPa dan artıp ketpewi kerek.

$$\sigma_{\text{pacu.}} = 17,3 \leq \sigma_{\text{don.}} = 70 \text{ mPa}$$

4. SHinanıń menshikli terbelis jıyiligin tabamız:

$$f_0 = \frac{3,56}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}} \quad (3.36)$$

bul jerde E- shina materialınń serpimlilik moduli, alıminiıy ushın $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ ğa teń;

J- shinanıń kese kesiminiń inerciya momenti, m^4 .

$$J = \frac{h^3 b^4}{12} \cdot (3.37) \text{ (shinalar bir–birine jińishke tárepi menen jaylasqanda)}$$

$$J = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 6^3 \cdot 10^{-6}}{12} = 10,8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

bul jerde m – shinanıń bir metr uzınlıǵınıń massası, kg/m.

$$f_0 = \frac{3,56}{l^2} \sqrt{\frac{10,8 \cdot 10^{-8} \cdot 7 \cdot 10^{10}}{0,964}} = 315,3 \text{ Гц} > 200 \text{ Гц}$$

Sonliqtan, rezonans qubılısı esapqa alınbaydı.

Solay etip, tuwrı múyeshli kesimi $60 \times 6 \text{ mm}^2$ bolǵan alıminiy shına zárúr bolǵan shártlerdi qanaatlandıradı.

3.9. Izolyatorlardı tańlaw

Izolyatorlar shinalardı qatırw ushın hám olardıń qáwipsiz islewine arnalǵan. Izolyatorlar tómendegi shártler boyınsha tańlap alınadı:

1. Qurılmanıń túri

$$2. U_{\text{норм.}} \geq U_{\text{норм.усть.}} \quad (3.37)$$

3. Múmkin bolǵan mexanikalıq júkleme:

$$F_{\text{пач}} < 0,6 F_{\text{разр}} \quad (3.38)$$

Izolyatorǵa esaplanıwshı júkleme tómendegi formula boyınsha anıqlanadı:

$$F_{\text{пач}} = 1,76 * 10^{-6} * i_{\text{уд}}^2 * \frac{l}{a} \quad (3.39)$$

bul jerde l – maydanshadaǵı izolyatorlar arasındaǵı aralıq, $l=1\text{m}$.

a – fazalar arasındaǵı aralıq, $a=0,15 \text{ m}$.

$$F_{\text{пач}} = 1,76 * 10^{-6} * 38,9^2 * 10^6 * \frac{1}{0,15} = 17,6 \text{ kN}$$

Ishki qurılmalar ushın izolyatordı tańlap alamız: IOR-10-30.00UXL:

$$1. U_{\text{норм.}} = 10 \text{ кВ} = U_{\text{норм.усть.}} = 10 \text{ кВ}$$

$$2. 0,6 F_{\text{разр}} = 0,6 * 30 = 18 \text{ кН} > F_{\text{пач}} = 17,6 \text{ кН}$$

Tańlap alıńǵan izolyator shártlerdi qanaatlandıradı. Izolyatordıń biyikligi 130 mm.

3.10 Kernewdiń artıwın sheklewshilerdi tańlaw

80-jıllarǵa shekem elektr qurılmalarınıń izolyaciyasın kernewdiń artıp ketiwinen qorgaw ushın ádettegi apparatlar sıpatında ventillik razryadlawshılar

bolıp tabıldı, olar simmetriyalı volt–amperlik xarakteristikağa iye karbid kremniy tiykarındağı sızıqlı emes elementti hám olar menen izbe–iz tutastırılğan iskralıq aralıqtı óz ishine aldı. Sızıqlı emes elementtiń sezilerli sızıqlı emesligine salıstırғanda ol tarmaqqa tikkeley jalғana almaydı, sebebi jumısshı kernewde ol arqalı ádewir tok ótip ketken bolar edi.

80-jıllarda ádewir úlken sızıqlı emes volt–amperlik xarakteristikağa iye cink okisi tiykarında sızıqlı emes elementler payda boldı, bul olardı izbe–iz iskralıq aralıqlarsız tikkeley tarmaqqa jalғanıwǵa múmkinshilik berdi. Biziń elimizde oksidlik–cinkli elementlerge iye qorǵawshı apparatlar sızıqlı emes kernew sheklegishler degen atamanı aldı (SEKSH). Bunday apparatlardı sırt ellerde iskralı emes razryadnikler dep ataydı. Izbe–iz iskralıq aralıqlar apparattıń qorǵanıw xarakteristikasında ádewir asıradı hám onıń massa úlkenlikleriniń kórsetkishlerin kemeytedi. 80-jıllardıń basına kelip iskralı emes qorǵanıw apparatları keń tarqaldı.

Kernewdiń artıp ketiwin sheklewli qurılmalar tayanısh túrindegi apparattı hám izolyaciyalıq qabıqqa ornalastırılğan sırt ellerdiń eń jaqsı firmalarında islep shıǵılğan kolonkağa izbe–iz baylanıstırılğan oksidli–cinkli varistrLAR diskalarinan turıwshı joqarı dárejeli sızıqlı emes rezistordı óz ishine aladı. UXL1túrinde islengen shegaralaǵıshlar polimerlik izolyaciyanıń kombinaciyasında tayarlangan jarılıwǵa qawipsiz chexolǵa iye: kremniyli organikalıq rezinalı qırılı qabıqlı shiyshe plastikli cilindr.

Kernewdiń artıp ketiwin sheklegishlerdiń islew principi mınalardan ibarat: normal rejimde apparat arqalı azǵana tok ótedi (mA bir bólegi shamasında) qálegen fizikalıq tábiyattıń sebebinen kernewdiń artıwın sheklegishlerdiń sızıqlı emes volt–amperlik xarakteristikalarınin sekirmeliginen ushqınlar payda bolsa, onda ol arqalı ótiwshi tok amperden birneshe onlaǵan kiloamperge shekem artıp ketedi hám kernew artıwınıń qáddin berilgen mániske shekem tómendetedi [17].

Kernewdiń artıp ketiwin sheklegishlerdi tańlaymız.

10 kV lıq kernew ushın OPN-10/11-10(I)UXL1di tańlaymız.

110 kV lıq kernew ushın OPN-110/73-10(I)UXL1 di tańlaymız.

3.10.1 Síyímlílq toklarín esaplaw

Hawa liniyası ushın sıyímlílq tok tómendegi formula boyınsha anıqlanadı:

$$I_{c}^{BJI} = \frac{U * l}{350} \quad (3.40)$$

Kabellik liniyalar ushın sıyímlílq tok tómendegi formula boyınsha anıqlanadı:

$$I_{c}^{KJI} = \frac{U * l}{10} \quad (3.41)$$

Esaplawlar nátiyjelerin 3.14–kestege kiritemiz

3.14–keste

YAch eyka №	SHígiwshí liniyalardıń ataması	Kabeldiń markası	Uzınlıgı, km			Is
			Ulıwm a	Sonnan KL	Sonnan HL	
2	ZROM-1	ASHVU-3x70	0,01	0,01		0,01
3	KNS-8	AAV-3x150	0,35	0,35		0,35
4	Xlebozavod	AASHV-3x120	0,35	0,35		0,35
5	RP-9-1	AASHV-3x185	0,4	0,4		0,4
6	TP xolod.-1	AASHVU3x120	0,719	0,719		0,719
		AASHVU3x185	0,980	0,980		0,980
7	RP-5-1	ASV-3x240	1,530	1,530		1,530
10	RP gorkotel	2AASHV3x185	2x1,4	2x1,4		2,8
11	RP-10-2	AASHV-3x150	0,1	0,1		0,1
		AS-95	1,5		1,5	0,043
		AASHV-3x185	0,7	0,7		0,7
12	RP-8-3	ASV-3x240	4,57	4,57		4,57
SHitna sistemasiniń sıyímlílq			ulıwma	togı		I
16,6						

15	KNS-8	AAV-3x150	0,35	0,35		0,35
16	RP-5-2	ASV-3x240	1,53	1,53		1,53
17	YAgodlíq	A-70	13,07		13,07	0,37
18	RP gorkotel	2AASHV3x185	2x1,4	2x1,4		2,8
19	RP-8-4	ASB-3x240	4,57	4,57		4,57
23	Nan zavodí	AASHV-3x120	0,35	0,35		0,35
24	ZROM-2	ASHVU-3x70	0,012	0,012		0,012
25	RP-10-1	AASHV-3x150	0,1	0,1		0,1
		AS-95	1,5		1,5	0,043
		AASHV-3x185	0,7	0,7		0,7
26	TP xolod.- 2	AASHVU3x120	0,723	0,723		0,723
		AASHVU3x185	0,98	0,98		0,98
27	Malsovhoz	A-50	10,3		10,3	0,29
28	RP-9-2	AASHV-3x185	4,4	4,4		4,4
SHitna sistemasínín síyímlılıq ulıwma togı II 17,2						

3.10.2 Duganı óshiriwshi katushkanın jaylasıw ornın hám quwatlılıgın tańlaw

Duga óshiriwshi katushkanın quwatlılıǵı tarmaqtı jerge tuyqlawdın tolıq síyímlılıq togının shaması boyınsha tańlap alınadı hám tómendegi formula boyınsha esaplanadı [3]:

$$Q = nI_c U_{\phi} \quad (3.42)$$

bul jerde n – tarmaqtın jaqın bes jıllıqta rawajlanıwın esapqa alıwshı koefficient. SHama menen $n=1,25$.

Duga óshiriwshi katushka kompensaciyalawshı tarmaqtın eń keminde úsh liniyası menen baylanısqań támiyinlewshi túyinles podstanciyalarda ornatılıwı

kerek. Tuyıq podstanciyalarda ornatiw orınsız, sebebi transformatordıń tolıq emes fazalı rejiminiń, támiyinlewshi liniyanıń ótkizgishleriniń úzilisi saldarınan payda bolıwshı duga sóndiriwshi katushka menen támiyinleniwini, duga sóndiriwshi katushkanıń induktivlik ótkiziwshiliginiń tarmaqtıń sıyımlılıq ótkiziwshiliginiń fazasınıń tolıq emes kompensaciyasına alıp keledi. Bunda neytraldıń awısıwı qáwipli shamalarga jetiwi múmkin.

Duga sóndiriwshi katushkanıń quwatlılıgıń anıqlaymız:

I S.SH. : $Q=1,25 \cdot 16,6 \cdot 10=207,5$ kVA

II S.SH. : $Q=1,25 \cdot 17,2 \cdot 10=215$ kVA

Duga sóndiriwshi katushkanı tańlaymız: ZROM-300/10.

Duga sóndiriwshi katushkanıń tarmaqtıń neytralına jalǵanıwı ushın TM-400/10 transformatorın qollanamız.

4. Relelik qorganıw hám avtomatika

Podstanciyanıń islew processinde onıń ayırım elementleriniń buzılıwı hám normal islew rejiminiń buzılıwı payda bolıwı múmkin.

Elektr qurılmalarınıń buzılıwları kópshilik jaǵdaylarda izolyaciyanıń mexanikalıq buzılıwı, tarmaqtıń úziliwi yamasa qısqa tuyıqlanıwı menen baylanısqa. Bunda buzılǵan orınnan keyingi orınlarda jaylasqa tutınıwshılardıń energiya menen támiyinleniw toqtaydı, bunnan basqa qısqa tuyıqlanıw togınıń ótiwi tok ótkeriwshi bólimlerdiń hám apparatlardıń hádden tis qızıwına, alıs orınlardaǵı tutınıwshılarda kernewdiń tómenlewine alıp keledi hám elektr támiyinlew sistemasiniń úzliksiz islewiniń sebepshisi bolıp tabılıwı múmkin.

Durıs islew rejiminiń buzılıwı kernewdiń, toktıń hám jiyiliktiń ruxsat etilgen shamalarınan awısıwına alıp keliwi múmkin. Kernew hám jiyiliktiń tómenlewinde elektr támiyinlew sistemasiniń shıdamlıǵı hám tutınıwshılardıń durıs islewiniń buzılıw qáwipi payda boladı, al kernewdiń artıwı elektr qurılmalarınıń buzılıwına hám izolyaciyanıń tesiliwine alıp keliwi múmkin [20].

Solay etip, zálellengenlik elektr qurılmaların islewin buzadı, al islewdiń nadurıs rejimi zálelleniwdiń payda bolıwı ushın qolay shárayat tuwdıradı.

Avariylardıń rawajlanıwın toqtatıw hám zálelleniw ólshemlerin kemeytiw ushın relelik qorganıw ornatamız, ol elektr qurılmaların zálellengen bólimlerin óshiriwdi támiyinlewshi avtomatikalıq qurılmalardıń jıyındısın óz ishine aladı.

4.1. Transformatorlardıń nadurıs islew rejimleri hám zálelleniwdiń túrleri

Ekspluatatsiya processinde transformatorlarda hám olardıń sóndirgishler menen baylanıslarında qısqa tuyıqlanıw júzege kelmydi dep ayta almaymız. Transformatordıń zıyanlanıwı hám onıń baylanısları menen baylanısqa islewdió qáwipli nadurıs rejimler orın alıwı múmkin. Nadurıs rejimler hám zıyanlanıw múmkinshiligi, transformatorlarda qorganıw qurılmaların ornatiw kerekligin kórsetedi. Bunda transformatordıń shıǵıw uyasında hám oramlarında bir fazalı hám kóp fazalı qısqa tuyıqlanıwlar hámde ózeksheniń “órt polatı” esapqa alınadı. Birqazalı qısqa tuyıqlanıwdıń eki túri boladı: jerge hám oramnıń ramları arasında (oramlıq tuyıqlanıwlar). Transformatorlardıń shıǵıw klemmalarındaǵı birqazalı hám kópfazalı zıyanlanıwlar hám birqazalı oramlıq tuyıqlanıwlar eń kóp itimallıqqa iye dep ataladı.

Oramlardaǵı fazalar arasındaǵı qısqa tuyıqlanıw ádewir siyrek ushırasadı. Birqazalı transformatorlardıń toparı ushın olar ulıwma múmkin emes. Qısqa tuyıqlanıwdan qorganıw zıyanlangan transformatordı óshiriwge tásiri menen ámelge asırıladı [18]. Buzılıwdıń ólshemlerin sheklew ushın onıń islewin dárhal ámelge asırıw maqsetke muwapıq boladı.

Bir fazanı jerge tutastırıw, úlken toklı tuyıqlanıwǵa iye tarmaqtı jerge tutastırıwshı oramlar ushın qáwipli bolıp tabıladı. Bul jaǵdayda qorgawshı transformatordı hám onıń oramlarında birqazalı qısqa tuyıqlanıwda jerge ajratıw kerek.

Transformatorlardıń nadurıs islew rejimine sırtqı qısqa tuyıqlanıw hám artıqsha júkleme sebepker boladı. Bul jaǵdaylarda transformatordıń oramlarında

úlken toklar payda boladı (asa tok). Sírtqı qısqa tuyıqlanıwdağı toklar júdá qáwıplı; bul toklar transformatordıń eń kishi togınan ádewir artıp ketiwi múmkin. Toktıń ótiwiniń uzaq dawam etiw jaǵdayında oramnıń izolyaciyasınıń intensiv qızıwı hám onıń zıyanlanıwı múmkin.

Usınıń menen bir qatar da qısqa tuyıqlanıwda tarmaqta kernewdiń kemeyiwi orın alıwı múmkin. Sonlıqtan transformator da sírtqı qısqa tuyıqlanıw menen óshpeytuǵın asa toklardıń payda bolıwında transformatordı óshiriwshi qorǵawshı mólsherlengen bolıwı kerek.

Transformatordıń nadurıs islew rejimine maydın belgilengen qáddiden tómenlep ketiwi, máselen baktıń zıyanlanıwı sebepshi bolıwı múmkin.

4.2. 110/10 kV lıq transformatorlardıń qorǵanıwı

4.2.1. Ulıwma jaǵdayı

[20] ádebiyatqa muwapıq transformatorlarda tómendegi qorǵanıwlardı qarap ótemiz:

- transformatordı differenciallıq toklıq qorǵaw;
- gazlıq qorǵaw, RPN qurılmasın gazlıq qorǵaw;
- simmetriyalı emes qısqa tuyıqlanıwdan kerı izbe–izliktegi toklıq baǵıtlangan qorǵanıw hám úshfazalı qısqa tuyıqlanıwda kernewdi qosıwdağı maksimal toklıq qorǵanıw;
- kóp fazalı qısqa tuyıqlanıwdan eki basqıshlı aralıqtan qorǵanıw;
- tómen kernew táreptegi kóp fazalı qısqa tuyıqlanıwdan kernewdi kombinaciyalıq qosıwdan maksimal toklıq qorǵanıw;
- joqarı kernew tárepte jerge tuyıqlawdan nóllek izbe–izliktegi toklıq baǵıtlangan qorǵanıw;
- tolıq fazalı emes rejimnen qorǵanıw;
- júklemenin artıwınan maksimal toklıq qorǵanıw.

110 kV lıq UROV tí effektiv dep qabıl etemiz:

- sóndirgishti toqtatıw menen transformatorıdaǵı qısqa tuyıqlanıwda– edementleri zıyanlangan shinalar sistemasında barlıq sóndirgishlerdi ajıratıwdı;
- transformatorlardın sóndirgishlerin toqtatıwda shinalardaǵı qısqa tuyıqlanıwda– transformatorın barlıq sóndirgishlerin toqtatıwdı.

Transformatorıdaǵı qısqa tuyıqlanıwda UROV tásirinde onıq sóndirgishlerin toqtatıwda saykes keliwshi kernewdin shinalarınin APV qadaǵan etiledi.

4.2.2. Gaz qollanılǵan qorǵanıw

SHinjirdi qorgawdı tómendegilerde esapqa alǵanda [18] muwapıq orınlaymız:

- transformatorın qabıǵındaǵı zıyanlanıwǵa tásirleniwde signalǵa hám óshiriwge saykes tásir etiwshi eki kontaktli bir dana gazlı rele (RGCHZ-66);
- transformatorın kontaktorı kóoemindegi zıyanlanıwǵa tásirleniwshi bir dana gazlı rele, ol kontakti óshiriwge qollanıladı.
- RPN transformatorınin kontaktlik kólemindegi zıyanlanıwǵa tásirleniwshi bir dana gazlı rele.

Sxemalarda transformatorın gazlı rele kontaktlerin ajıratıwshı signalǵa tásir etiw múmkinshiligi qaralıp ótilgen.

4.2.3. Keri izbe–izliktegi toklıq qorǵanıw hám kernewdi qosıwdaǵı maksimal toklıq qorǵanıw

Keri izbe–izliktegi toklıq qorǵanıwdı, joqarı hám orta kernew táreptegi simmetriyalı emes sırtqı qısqa tuyıqlanıwdı óshiriwge saqlaǵıshlar, hámde transformatorın tiykarǵı qorǵanıwların saqlaw ushın qaralıp ótilgen (differenciallıq hám gazlıq).

Qorǵanıw 110 kV tárepke ornátıladı hám joqarı kernew transformatorınıń vtulkasına rnatılǵan tok transformatorı menen támiyinlenedi; RMOP-2M túrindegi kerı izbe–izliktegi quwatlılıqtıń baǵıtı hám toktıń rele–fıltrın qollanıw arqalı baǵıtlangan qorǵanıwdı ámelge asıramız.

Joqarı kernew liniyasınıń rezervtegi qorǵanıw waqtınıń kútip turıwı orta kernew liniyasınıń rezervtegi qorǵanıw waqtınıń kútip turıwınan kishi dep qabıl etiwde, qorǵanıwdı 110 kV tárepke baǵıtlangan dep esaplaymız.

Baǵıtlangan qorǵanıw waqıtınıń birinshi kútip turıwında (110 kV liniyanıń rezervli qorǵanıw waqtınıń uzaq kútip turıwında) sekciyalar aralıq 110 kV sóndirgishti óshiriwge tásir etedi, ekinshisinde – 10 kV transformatordıń sóndirgishin óshiriwge hám úshinshisinde – transformatordı barlıq tárepten óshiriwshi, onıń aralıqlıq qorǵanıw relesiniń shıǵıw klemmalarına tásir etedi.

Transformatordıń 10 kV lıq tárepinde tiykarǵı qorǵawshılardı saqlaw ushın, tómén kernew tárıpinde transformatordıń ishinde jaylastırılǵın tok transformatorına jalǵanǵan kernewdi birgelikte qosıwshı maksimal toklıq qorǵanıw qaralıp ótilgen.

Qaralıp ótilgen qorǵanıw tómén kernewli shinanıńda qorǵanıwı bolıp tabıladı hám usı shınalarǵa baylanıstırılǵan elementlerdegi qısqa tuyıqlanıwdı óshiriwge saqlanadı. Bul jaǵdayda birinshi qorǵanıw kútip turıw waqtı menen NN sóndirgishin ajratıwǵa hám onıń APV qurılmasın qosıwǵa, al ekinshisi transformatordı qorǵawshı aralıqlıq shıǵıwshı relege tásir jasaydı.

NN shinanıń sekciyalarına tarmaqlanǵan shınjırlarda kórsetilgen qorǵanıw apparaturaların basqarıw punktiniń ulıwma podstanciyalıq paneline jaylastıramız. Bul jaǵdayda KRU shkafına transformatordıń operativlik turaqlı tok qorǵanıwı shınjırında túsiw esapqa alınbaydı, hámde usınıń menen baylanıslı t KRU 10 kV shkafları zıyanlanganda turaqlı toktıń joǵalıwı bolıwı múmkin.

4.2.4. Kóp fazalı tuyıqlanıwda aralıqtan qorǵanıw

Ulıwma jaǵdayda qorǵanıwdı qollanıw kerekligin bolǵan halda onı aldınan qarap ótemiz:

- transformatorдің qorǵanıwı menen joqarı kernew liniyası qorǵanıwınıń kelisimge keliw múmkinshiligin támiyinlew ushın;
- joqarı kernew tarmaqlarında uzaq saqlanıwdı támiyinlew ushın.

Transformatorдың tiykarǵı qorǵanıwınıń jarım jartı saqlanıwı ushın qorǵanıw bir waqıttıń ózinde qollanıwı múmkin.

Aralıqtan qorǵanıwdı kernew shıńjırlarınıń qáteliginde KRB-12 túrindegi blokirovkalawshı qurılma, terbelislerde KRB-125 (PE2105B paneli) túrindegi blokirovkalawshı qurılma, KRS-2 (birinshi tekshe) hám KRS-3 (ekinshi tekshe) túrindegi qarsılıqlar relesiniń komplektin óz ishine alıwshı PE2105 túrindegi paneldi qollanıw arqalı ámelge asırıladı.

4.2.5. Jerge sırtqı tuyıqlanıwdan nóllek izbe–izliktegi toklıq qorǵanıw

Jerge sırtqı qısqa tuyıqlanıwdan óshiriwdi rezervlew ushın nóllek izbe–izliktegi eki toklıq qorǵanıw qaralıp ótilgen:

- 110 kV lı transformatorдың vtulkasına bekitilgen tok transformatorınan energiya alıwshı 110 kV lıq tárepten jerge tuyıqlanıwdan qorǵanıw;
- 10 kV lı transformatorдың vtulkasına bekitilgen tok transformatorınan energiya alıwshı 10 kV lıq tárepten jerge tuyıqlanıwdan qorǵanıw.

Aralas kernew liniyasınıń tórt teksheli qorǵanıwı menen kelisimdi támiyinlew ushın eki qorǵanıwdı baǵıtlanǵan hám úsh teksheli etip ámelge asıramız.

Qorǵanıwdı KZ-15 túrindegi qurılmanı qollanıp ámelge asıramız, ondaǵı shıǵıwshı aralıqlıq rele RP-253 túrinde orınlangan.

KZ-15 komplektiniń aralıqlıq relesi usı táreptegi rezervtegi qorǵanıwdıń shıǵıwshı relesi dep ataladı (kóp fazalı qısqa tuyıqlanıwdan hám jerge qısqa tuyıqlanıwdan) hám 110 kV, 10 kV lıq shınalarındaǵı sekciyalar aralıq sóndirgishti óshiriwge hám waqıt relesin qosıwǵa tásir jasaydı.

Dáslepki uslap turıw waqtına iye waqıt relesi transformatordıń qorǵanıwshı tárepindegi sóndirgishti óshiriwge, al ekinshisi transformatordıń shıǵıwshı aralıqlıq qorǵanıw relesine tásir jasaydı.

4.2.6. Artıqsha júklemeden maksimal toklıq qorǵanıw

Signalǵa uslap turıwshı waqıt penen tásir etiwshi bir fazalı toktı qollanıw menen qorǵanıwdı ámelge asıramız.

MTQ dı joqarı hám tómén kernew tárepine hám transformatordıń oramlarınıń neytralǵa shıǵıw tárepine ornatamız. Oramlardıń neytralǵa shıǵıw tárepindegi tok relesi, sáykes sóndirgishlerge tásir etiwshi transformatordıń ulıwma oramınıń artıqsha júklemesine signal beriw ushın kerek boladı.

Hárbir qorǵanıwdıń shıǵıwshı shıńjırlarında, usı qorǵanıwǵa tásir etiwshi signalizaciya ushın kórsetiwshi rele qaralıp ótilgen. Eki waqıt vıderjkasına iye barlıq qorǵanıw ushın, ulıwma kórsetkishli rele arqalı waqıttıń wıken vıderjkasına iye transformatordıń aralıqlıq shıǵıwshı qorǵanıw relesine táhiri qaralıp ótilgen.

4.3 Rezervti avtomatikalıq qosıw qurılması.

Rezervti avtomatikalıq qosıw qurılması (AVR) 6-10 kV lıq kernew podstanciyalarında keń túrde qollanıladı. Jumısshı derekten támiyinleniwdiń qandayda bir sebepten úziliske túsiwinde AVR qurılması rezervtegi támiyinlew deregin qosıw kerek. SHinalardaǵı kernewdiń úziliske túsiwi, támiyinlewshi joqarı kernew tarmaǵındaǵı qısqa tuyıqlanıw nátiyjesinde, jumısshı transformatorda, onıń tómén kernew shinalarında hámde jumısshı transformatordıń sóndirgishiniń qálegen biriniń ajratılıwı menen ámelge asıwı múmkin. Jıynalǵan shinalarda turaqsız qısqa tuyıqlanıw jaǵdayında ortalıqtıń deionizaciyalanıwınan keyin rezervtegi derek qosılıwı kerek, sonlıqtan $t_{AVR} > t_{d.s}$ teńsizliginiń orınlanıwı talap etiledi. Bul shárt 10 kV qa shekemgi tarmaqlarda avtomatik orınlanadı, sebebi

tañlap alıńǵan sóndirgishlerdiń qosılıwınıń menshikli waqtı, ortalıqtıń deionizaciyalanıw waqtınan artıq keledi. AVR qurılması jumısshı derektiń ajratılǵan halın, rezervtegi derekte kernewdiń bar bolıwın sınaqtan ótkeriwi hám baylanıslardıń maksimal toklıq qorǵanıwınan waqt boyınsha tuwrılǵan bolıwı kerek. Turaqlı qısqa tuyıqlanıwǵa rezervtegi derektiń qosılıwında relelik qorǵanıw zıyanlangan bólimnen onı ajratıwı, yaǵnıy basqa baylanıslardıń támiyinleniwi saqlanıwı kerekchtobı soxranilos pitanie drugix prisoedineniy.

4.4 Avtomatikalıq qayta qosıw

Tutınıwshılardı támiyinlewdiń isnimliligin arttırıwǵa múmkinshilik beriwshi effektiv ilájlar sıpatında, usı waqtqa shekem relelik qorǵanıw menen óshirilgen elektr támiyinlew elementlerin avtomatikalıq qayta qosıw (APV) dan ibarat bolıp tabıladı.

Energosistemanıń praktikalıq ekspluataciyası hawa hám kabellik elektrlik tarmaqlarındaǵı qısqa tuyıqlanıwlardıń kópshiligi turaqsız sıpatqa iye ekenligin kórsetedi. Zıyanlangan shınjırdan kernewdi alıp taslaǵanda zıyanlanıw ornındaǵı izolyaciyanıń elektrlik bekkemligi tez ornına keledi hám shınjır qaytadan jumısqa qosılıwı múmkin [20].

APV qurılması relelik qorǵanıw menen birdey komplektte isleydi. Liniyada qısqa tuyıqlanıw payda bolǵanda usı liniyanıń relelik qorǵanıwı islep ketedi hám sáykes keliwshi sóndirgishti ajratadı. Qandayda bir t_{APV} waqt aralıǵınan keyin qurılma liniyanı jáne qosadı. Egerde qısqa tuyıqlanıw óz ózinen burıńǵı halına kelse, onda liniyanıń qosılıwı nátiyjeli bolıp ol islew halında qaladı. Egerde qısqa tuyıqlanıw turaqlı bolıp qalsı, onda sóndirgishti qosqannan keyin liniya relelik qorǵanıw arqalı jáne óshiriledi hám remontshı qanıyge zıyanlanıwdı joq etkenshe ajratılǵan halda qaladı.

APV hám AVR qurılmalarınıń tásinin tómendegi tártipte kelisimli etiwimiz kerek. Liniyanıń qálegen biriniń qısqa tuyıqlanıwında zıyanlangan liniya relelik

qorǵanıw arqalı ajratıladı. Avtomatika qurılmaları óziniń támiyinlew dereginen APV jolı menen tutınıwshılardıń elektr támiyinleniwini tiklewge umtılıwı kerek. APV nín nátiyjeligi jaǵdayında tutınıwshılardıń elektr támiyinleniwini qayta tiklenedi hám AVR talap etilmeydi. Egerde APV nátiyjeli blmasa, onda AVR qurılması islep ketiwı kerek hám tutınıwshınıń rezervtegi energiya deregine qosıwı kerek. Usınıń saldarınan APV nín waqıt vıderjkası AVR ǵa salıstırǵanda kishi blıwı kerek. Waqıt vıderjkasınıń $t_{APV} = 1$ s dep qabıl etemiz.

4.5 Júklemeni avtomatikalıq jiyiliklik kemeytiriw

GOST – 13109 – 87 ge muwapıq normal rejimde jiyiliktiń awısıwı $\pm 0,1$ Gc te nasıp ketpewı kerek. Jiyiliktiń qısqa waqıtlıq awısıwı $\pm 0,2$ Gc ge shekem ruxsat etiledi.

Energosistemada aktiv quwatlılıqtıń jetispewshiliginde tok jiyiliginiń hádden tis kemeyip ketiwine alıp keledi, bul sistemanıń statikalıq bekkemliliginiń buzılıwına alıp keledi. Quwatlılıqtıń jetispewshiligi tek ǵana jiyiliktiń emes, al kernewdińde birden túsip ketiwine alıp keliwi múmkin.

Bunday jaǵdaylarda normal rejimdi tiklew ushın, júklemeni avtomatikalıq jiyiliklik kemeytiw (ACHR) qurılması járdeminde júdá áhmiyetli emes tutınıwshılardıń bir bólimin ajratıw arqalı erisiledi. ACHR sonday etip isleniwı kerek, yaǵnıy doljna bıt vípolnena takim obrazom, jiyiliktiń qısqa waqıt bolsada 45 Gc tómenlep ketiwine jol qoymawı kerek. Energosistemanıń 47 Gc jiyilikten tómen islew rejimi 20 sekund dawamında, al 48,5 Gc jiyilikte – 60 sekund ǵana ruxsat etiledi.

ACHR jiyiliktiń tómenlew ólshemi boyınsha (ACHRI) yamasa tómen jiyiliktiń bar bolıwınıń dawamlıǵınıń artıw ólshemi boyınsha (ACHRII) tutınıwshılardıń júdá kóp emes úlesin óshiriw qaralıp ótilgen. Bulardıń eń effektivı ACHRI bolıp tabıladı.

Házirgi waqıtları RSG – 11túrindegi analoglı–sanlı ólshewshi jiyilikler relesi islep shıǵarılmaқта, olar jiyiliktiń tómenlewinde islep ketedi hám ACHR sxemalarında qollanıladı.

Óshirilgen ACHR de tutınıwshılardıń elektr támiyinleniwinde úzilisti qısqartıw maqsetinde jiyiliktiń artıwın normal mániske jetkeriwde, olar ushın avtomatikalıq qayta qosıw qollanıladı (jiyiliklik APV – CHAPV).

ACHR diń tásir etiwı APV hám AVR qurılmalarınıń islewı menen kelisimli bolıwı kerek.

5. PROEKTTIŇ QÁWIPSIZLIGI HÁM EKOLOGIYALÍǴI

5.1 Miynet qáwipsizligi

Объект эксплуатациясында tómenдеgi qáwıplı faktorlar orın alıwı múmkin [12]:

- tok ótiwishi bólimlerge tiyip ketiwde elektr togı menen jaraqatlanıw;
- kernew astında bolmaǵan tok ótiwshi bólimlerge tiyip ketiwde elektr togı menen jaraqatlanıw;
- elektromagnitlik maydannıń organizmge tásiри;
- individual hám kollektivlik qorǵanıw quralları hám buzıq instrumentler menen jumıs islewde elektr togı menen jaraqatlanıw;
- jerge tuyıqlawda elektrlik potencialdın taralıw zonasında turǵan xızmet kórsetiwshi personaldın jaraqatlanıwı;
- personaldın biyiklikten qulaw múmkinshiligi;
- kommutaciyalıq operaciyalardı ótkeriwde personaldın jaraqatlanıw múmkinshiligi;
- hám basqada faktorlar.

Personalǵa qáwıplı faktorlardın tásirin toqtatıw ushın, tómenдеgi ilájlardı qarap ótiwimiz kerek:

- elektr qurılmalarında jumıs islewde personal PTB ға muwapıq is alıp barıwı tiyis; hár jılı texnika qawipsizliginen bilimin tekserip ótip turıwı kerek;
- elektrlik maydannın tásirinde personaldın bolıw waqtın shegaralaw múmkinshiligi bolmaǵanda, jumıs ornın ekranlawdı qollanıw kerek: ótkeller ústindegi ekranlar, basqarıw shkafı ústindegi ekranlawshı qasnaqlar hám shertekler, 110 kV lıq ORU ға mólsherlengen sóndirgishler arasındaǵı vertikal ekranlar, remont waqtında alınıp salınıwshı ekranlar.
- jerge tutastırıwshı dúzilisler, úskenelerdi nólge hám jerge tutastırıw;
- tok ótiwshi bólimge shekemgi aralıqtı saqlaw;
- kerekli izolyaciylardı qollanıw, ayırım jaǵdaylardı joqarı izolyaciyanı qollanıw;
- tarmaqtın zıyanlangan bólimlerin, sonın ishinde qorǵanıw ajratqıshın hám tosattan kernew astına túsip qalǵan elektr úskeneleriniń bólimlerin isenimli hám tez tásir etiwshi avtomatikalıq ajratıw;
- potencialardı teńlestiriw;
- bólistiriwshi transformatorlardı qollanıw;
- 42 V qollanıw hám 50 Gc jiyilikten tómén ózgermeli tok, 110 V hám turaqlı toktan tómén kernewdi qollanıw;
- eskertiwshi signal, jazıwlar hám plakatlardı qollanıw;
- may toltırılǵın apparatlar hám kabellerdi óz ishine alıwshı elektr dúzilisleriniń órt hám jarılıw qawipsizligi, hámde may, lak, bitum hám t.b. sińirilgen elektr dúzilisleri PUE talaplarına saykes támiyinleniwi kerek. Kórsetilgen elektr dúzilisleri ekspluataciyaǵa tapsırılǵanda hárekettegi qaǵıydalarǵa saykes órt qawipsizligine qarsı qurallar hám inventarlar menen támiyinleniwi kerek
- jumıstı qawipsiz alıp barıw ushın organizaciyalıq–texnikalıq ilájlardı orınlaw.

5.2 110/10 kV líq TASHQALA» podstanciyasínín jerge tutastırıwshı qurılmaların esaplaw

Podstanciyanıń territoriya shegarasında qálegen noqatta jerge qısqa tuyıqlanıw bolıwı múmkin. Egerde toktı jerge ótkeriw ushın ayırıqshı qurılmalar názerde tutılmağan bolsa, onda jaqın turǵan adamlar ushın qáwipli bolǵan potencial payda bolıwı múmkin. Usı qáwipsizlikti joǵaltıw ushın podstanciyada jerge tutastırıwshı qurılma kózde tutılǵan [19], onıń mánisi potencialdı múmkin bolǵan mániske shekem tómendetiwden ibarat.

Járdemshi jerge tutastırǵısh sıpátında qálegen formadaǵı jerge tutastırıwshı predmetler bolıp tabıladı, mısalǵa imarattıń temir karkasları, temirbeton tiykarlardaǵı armaturalar, qálegen belgidegi trubalar hám t.b.

Tiykarǵı jerge tutastırǵıshqa ulıwma jaǵdayda tómendegiler jalǵanadı:

- járdemshi derge tutastırǵıshlar;
- jumısshı jerge tutastırǵıshlar sistemasında qabıl etilgenge sáykes jerge tutastırıw kerek bolǵan transformatorlar, generatordın neytralları;
- jıldırım qaytarǵısh hám razryadnikler;
- kernew astında bolmaytuǵın, biraqta izolyaciya zıyanlanganda kernew astına túsiwshi elektr úskeneleriniń metallıq bólimleri, mısalǵa elektr mashinalarınıń, transformatorlardın, apparatlardıń, tok ótikiziwshilerdın, RU metallıq konstrukciyalarınıń, qorshawlardın hám t.b. qabıǵı hám tiykarı;
- ólshewshi transformatorlardın ekilemshi oramları, 380/220 V kúsh transformatorları oramlarınıń neytralı.

[19] muwapıq jerge tutastırıwshı qurılmalardı esaplaw tómendegi tártipte ámelge asırıladı:

1. PUE sáykes jerge tutastırıwshınıń mólsherlengen qarsılıǵı R_z ornatıladı. Egerde jerge tutastırıwshı qurılma hárqıylı kernewge mólsherlengen

úskeneler ushín ulıwma bolsa, onda esaplanıwshı sıpatında mólsherlengenniń eń kishisi alınadı.

2. Tábiyǵıy jerge tutastırıwshınıń qollanıwdı esapqa alǵan halda parallel jalǵanǵan jasalma jerge tutastırıwshınıń zárúr qarsılıǵı tómendegi ańlatpadan anıqlanadı

$$R_i = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3}, \quad (6.1)$$

bul jerde R_z – p.1 boyınsha qabıl etilgen jerge tutastırıwshı qurılmanıń mólsherlengen qarsılıǵı;

R_i – jasalma jerge tutastırıwshınıń qarsılıǵı;

R_e – tábiyǵıy jerge tutastırıwshınıń qarsılıǵı.

3. Jazda topıraqtıń kebiwin hám qısta onıń tońlawın esapqa alıwshı arttırıw koefficienti K_p nı esapqa alǵan halda gorizontal hám vertikal elektrodlar ushın topıraqtıń salıstırmalı qarsılıǵın ρ_r esaplaw tómendegi formula boyınsha anıqlanadı:

$$\rho_{r.g} = \rho_{ud} K_{p.g}, \quad (6.2)$$

$$\rho_{r.v} = \rho_{ud} K_{p.v}, \quad (6.3)$$

bul jerde ρ_{ud} – topıraqtıń salıstırmalı qarsılıǵı;

$K_{p.g}$ hám $K_{p.v}$ – sáykes túrde gorizontal hám vertikal elektrodlar ushın arttırıw koefficientleri.

4. Bir vertikal elektrodıń qarsılıǵınıń tarqalıwı tómendegi ańlatpa boyınsha anıqlanadı:

$$R_{v.o} = \frac{\rho_{p.g}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (6.4)$$

bul jerde l – sterjenniń uzınlıǵı, m;

d – sterjenniń diametri, m;

t – jerdín betinen sterjenli jerge tutastırǵıstıń ortasına shekemgi aralıq, kómiliw tereńligi, m;

5. Aldınan qabıl etilgen qollanıw koefficienti $K_{i,v}$ da vertikal jerge tutastırǵıstıń shamalı sanı tómendegishe anıqlanadı:

$$N = \frac{R_{o.v.e}}{K_{и.в} R_{и}}, \quad (6.5)$$

bul jerde $R_{o.v.e}$ –p.4 ten anıqlanǵan bir vertikal elektrodtıń qarsılıǵınıń tarqalıwı;

R_i –p.2 boyınsha tabılǵan jasalma jerge tutastırǵıstıń qarsılıǵı.

Jerge tutastırǵıstıń qollanıw koefficienti qońsı elektrodlardıń ekranlanıw qubılısı nátiyjesinde jerge tutastırǵıstıń qarsılıǵınıń artıwın esapqa aladı.

6. Gorizontaol elektrodlardıń esaplanıwshı tarqalıw qarsılıǵı $R_{r.g.e}$ tómendegi formula boyınsha anıqlanadı

$$R_{r.g.e} = \frac{R_{r.e}}{K_{и.r.e}}, \quad (6.6)$$

bul jerde $R_{g.e}$ – tómendegi formula menen anıqlanıwshı gorizontaol elektrodlardıń tarqalıw qarsılıǵı:

$$R_{g.e} = \frac{\rho_{p.e}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}, \quad (6.7)$$

bul jerde l – elektrodtıń uzınlıǵı;

b – jolaqshanıń eni;

t – elektrodtıń kómiliw tereńligi.

7. Gorizontaol baylanıstırıwshı elektrodlardı esapqa alǵan halda vertikal elektrdlardıń zárúr qarsılıǵı anıqlanadı

$$R_{v.e} = \frac{R_{p.r.e} R_{и}}{R_{p.r.e} - R_{и}} \quad (6.8)$$

8. Vertikal jerge tutastırıwshınıń anıqlanğan qarsılıǵın esapqa alǵan halda vertikal elektrodlardıń sanı anıqlanadı:

$$N = \frac{R_{0.6.3}}{K_{u.6.} R_{6.3}} \quad (6.9)$$

9. Vertikal elektrodlardıń aqırǵa sanı qabıl etiledi, jerge tutastırǵıstıń jaylasıw ornı belgilenedi.

Berilgen podstanciya ushın jerge tutastırıwshı qurılmanı esaplawdı qarap ótemiz.

1. Podstanciyanıń jerge tutastırıwshı qurılması hám gúldirmamadan qorǵanıw PUE ge sáykes túrde orınlanıwı kerek. Jıldıń qálegen waqtında jerge tutastırıwshı qurılmanıń qarsılıǵı 0,5 Om na nasıp ketpewi kerek. Salıstırma qarsılıǵı $\rho=100 \text{ Om}\cdot\text{m}$.

2. Jerge tutastırıwshı qurılmanı esaplawda tábiyǵıy jerge tutastırıwshılardı esapqa almaymız, olar jerge tutastırıwshınıń ulıwma qarsılıǵın kemeytiredi, onıń ótkiziwshiligi bekkemlilik qorına ketedi. Sonda

$$R_n = 0,5 \text{ Om}$$

3. Gorizontal hám vertikal jerge tutastırǵıshlar ushın topıraqtıń esaplangan salıstırma qarsılıǵın, tómendegilerdi qabıl etken halda anıqlaymız:

$$K_{p.g.}=4,5 \text{ i } K_{p.v.}=1,5$$

$$\rho_{r.g} = 100 \cdot 4,5 = 450 \text{ Om}$$

$$\rho_{r.v} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Om}$$

4. Bir vertikal elektrodta toktıń tómen aǵıw qarsılıǵın tabamız. Vertikal elektrod sıpatında uzınlıǵı 5m, diametri 12 mm bolǵan polat sterjendi qabıl etemiz. Sterjenniń joqarǵı aqırı jerdiń betinen 0,8 m tereńlikte oyılǵan. Solay etip

$$N=0,8 \text{ m}$$

$$t=H+l/2=0,8+10/2=5,8 \text{ m.}$$

$$L=10 \text{ m}$$

$$d=14 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

$$R_{ov,e} = \frac{150}{2 * 3,14 * 10} \left(\ln \frac{2 * 10}{14 * 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 * 5,8 + 10}{4 * 5,8 - 10} \right) = 18,5 \text{ Om}$$

5. Aldınan qabıl etilgen $K_{i,v}=0,3$ qollanıw koefficientinde vertikal jerge tutastırǵısh sanın shamalap anıqlaymız.

$$N = \frac{18,5}{0,5 * 0,3} = 124$$

6. Gorizontal jerge tutastırǵıshstan toktın tómén aǵıwqarsılıǵın anıqlaymız. Podstanciyanıń barlıq maydanı boyınsha potencialdı teńlestiriw ushın, jerdiń betinen 0,8 m tereńlikte jaylastırılǵan kesimi $40 \times 4 \text{ mm}^2$ bolǵan polat jolaqtan teńlestiriwshi kontur islenedi.

$$N=0,8 \text{ m}$$

$$t=0,802 \text{ m.}$$

$$L=1755 \text{ m}$$

$$b=0,04 \text{ m.}$$

$$R_{g,e} = \frac{450}{2 * 3,14 * 1755} \ln \frac{2 * 1755}{0,04 * 0,802} = 0,78 \text{ Om}$$

7. Vertikal elektrodlardın zárúr qarsılıǵın anıqlaymız:

$$R_{v,e} = \frac{0,78 * 0,5}{(0,78 - 0,5)} = 1,4 \text{ Om}$$

8. Vertikal elektrodlardın aqırǵı sanın anıqlaymız:

$$N = \frac{18,5}{0,3 * 1,4} = 45$$

9. Solay etip, «TASHQALA» 110/10 kV podstanciyasınıń jerge tutastırıwshı qurılması, gorizontal hám vertikal jerge tutastırǵıshlardan turadı. Gorizontallıq jerge tutastırǵısh (polat jolqsha) fundamentten yamasa dúzilistiń tiykarınan 0,8 – 1 m aralıqta jaylastırıladı. Jerge tutastırıwshı qurılmanıń sırtqı konturı boyınsha sterjenler arasındaǵı aralıq 4 m den jerge tutastırıwshı sterjenler burap qatırıladı.

Podsatnciyanıń qorǵanıw jerge tutastırıwshısı jumısshı jerge tutastırıwshı hám gúldirmamadan qorǵanıwshı jerge tutastırıwshılarınıń talapların qanaatlándıradı.

Biraqta, podsatnciyanıń qorǵanıwshı jerge tutastırıwshısına gúldirmamadan qorǵanıw qurılmasına jalǵanganda olardıń artıqmashlıqların esapqa alıw kerek.

Qorǵanıw hám jumısshı jerge tutastırǵıshlarda sanaat jiyiligindegi tok jerge ótkeriledi hám olardıń qarsılıǵı stacionar bolıp tabıladı, sonda gúldirmamadan qorǵaanıw qurılmaları arqalı impulslik formadaǵı jıldırım togı ótedi. Jerge tutastırǵıshlardan jıldırımınń úlken togı aǵıp ótkende elektrodlardıń betlerine jaqın orınlarda júdá úlken elektrlik maydan kernewlilikleri payda boladı, onıń tásirinde elektrodtıń betine jaqın orınlardaǵı jerdiń qatlamı tesiledi. Elektrod átirapında ushqın shıǵarıwshı ótkiziwshi zona payda boladı, ol elektrodtıń kese kesimin artırǵanday boladı hám sonıń menen birgelikte onıń qarsılıǵın kemeytiredi. Biraqta, ushqın shıǵarıwdıń sebebinen qarsılıqtıń eń kóp tómew effekti mına jaǵdayda orın aladı, yaǵnıy elektrodlardı onsha úlken emes ólshemlerge iye bolǵanda hám olardıń induktiv qarsılıǵı jerge toktıń ótiwinde derlik tásir jasamaǵanda. Bunday jerge tutastırǵıshlar jámlengen dep ataladı.

Sonlıqtan, podstanciyada hárbir jıldırım alıp ketiwshiniń átirapında úsh sterjennen ornatıladı, al hárbir OPN ǵa (kernew artıwın shegaralawshı)— bir sterjennen.

ORU dıń jerge tutastırıwshısına LEP tıń jerge tutastırıwshı trosları hám podsatnciyanıń barlıq tábiyǵıy jerge tutastırǵıshları baylanıstırılǵan.

Podstanciyanıń territoriyasınan shıǵarılǵan jerge tutastırıwshı qurılmasınıń átirapında potencialdı teńlestiriw ushın, 1 m tereńlikte onıń shegarasınan baǵıtlangan 1 m aralıqta bir teńlestiriwshi ótkizgish jaylastırıladı.

Bul esapqa alınbaǵan jerge tutastırǵıshlar, jerge tutastırǵıstıń ulıwma qarsılıǵın kemeytedi, olardıń ótkiziwshiligi bekkemlilik qorına ketedi.

5.3 Jıldırımnan qorǵanıw

Podstanciyanıń qorǵanıw tipi – B. «TASHQALA» 110/10 kV podstanciyası hárqıylı uzınlıqtaǵı jıldırım alıp ketiwshi eki M1; M2 sterjenleri

menen qorǵanǵan, M1 sterjeni 110 kV lıq tayanıshta, al M2 sterjeni 0,4 kV lıq tayanıshta ornatılǵan. M2 sterjeni radiomachtanı qorǵaw ushın kerek.

- M1: $H=36$ m
- M2: $H=10,7$ m.

Jıldırım alıp ketiwshiler arasındaǵı aralıq L :

- $L=44$ m

Qorǵanıwdın tóbe zoenalarınıń ólshemleri tómendegi formulalar boyınsha anıqlanadı [4]:

$$h_{01}=0,92h_1 \quad h_{02}=0,92h_2$$

$$r_{01}=1,5h_1 \quad r_{02}=1,5h_2$$

$$r_{x1}=1,5(h_1-h_x/0,92)$$

$$r_{x2}=1,5(h_2-h_x/0,92)$$

Qorǵanıw zonasınıń ishki bólimleriniń ólshemleri tómendegi formula boyınsha anıqlanadı:

$$r_s=(r_{01}+r_{02})/2$$

$$h_s=(h_{c1}+h_{c2})/2$$

$$r_{sx}=r_s(h_c-h_x)/h_c$$

bul jerde r_x-h_x biyikliktegi qorǵanıw zonasınıń radiusı;

r_0 – jer qáddindegi qorǵanıw zonasınıń radiusı.

Qorǵanıw zonasınıń aymaǵı podstanciyanıń $h_x=6$ m biyikliktegi maydanın qamtıwı kerek.

Jıldırım alıp ketiwshi M1ushın qorǵanıw zonasın esaplaymız:

$$h_{x1}=6 \text{ m}; h_{x2}=4,5 \text{ m};$$

$$r_{x1}=1,5 * (h - \frac{h_{x1}}{0,92}) = 1,5 * (36 - \frac{6}{0,92}) = 44,22 \text{ m}$$

$$r_{x2}=1,5 * (h - \frac{h_{x2}}{0,92}) = 1,5 * (36 - \frac{4,5}{0,92}) = 46,7 \text{ m}$$

Jıldırım alıp ketiwshi M2ushın qorǵanıw zonasın esaplaymız:

$$h_{x1}=6 \text{ m}; h_{x2}=4,5 \text{ m};$$

$$r_{x1} = 1,5 * (h - \frac{h_{x1}}{0,92}) = 1,5 * (10,7 - \frac{6}{0,92}) = 6,27 \text{ m}$$

$$r_{x2} = 1,5 * (h - \frac{h_{x2}}{0,92}) = 1,5 * (10,7 - \frac{4,5}{0,92}) = 8,71 \text{ m}$$

Solay etip, qorǵanıw zonasınıń aymaǵı podstanciyanıń maydanın qamtıydı.

5.4 Proekttnıń ekologiyalılıǵın bahalaw

Podstanciyanıń qorshaǵan ortalıqqa tásiiri júdá hárqıylı boladı.

Tiri organizmge magnitlik maydannıń zıyanlı tásiiri, sonıń ishinde birinshi gezekte adamǵa tásiiri, joqarı kernewli ótkizgish fazalarınan 1-1,5 m ge shekemgi aralıqta payda bolıwshı tártibi 150-200 A/m bolǵan júdá joqarı kernewlilikke bayqaladı, hám kernew astında islegende qáwipli bolıp tabıladı [1].

Elektromagnitlik maydannıń adamǵa tikkeley (biologiyalıq) tásiiri, júrek–tamirlarına, bulshıq et tkanlarına, nerv sistemasına hám basqada organlarına tásiiri menen bayqaladı. Bul jaǵdayda qan basımı, impulsiniń ózgeriwi, aritmiya, joqarı nervlik qozıwshılıq hám sharshaw bayqalıwı múmkin. Adamnıń maydanda bolıw nátiyjesinde zıyanlanıwı maydan kernewliligi E hám onıń tásir etiw dawamlılıǵınan ǵárezli. Podstanciyanıń ekspluatatsiyalıq personalı ushın, adam boyı qáddindegi kernewlilikke elektrlik maydanda bolıw uzaqlıǵı hám dáwirliginiń mólsherlengen dawamlıǵı ornatılǵan (jer qáddinen 1,8 m): 5 kV/m – bolıw waqtı sheklenbegen; 10 kV/m – 180 min; 15 kV/m – 90 min; 20 kV/m – 10 min; 25 kV/m – 5 min. Usı shártlerdi orınlaw, sutka dawamında organizmniń qaldıqlı reaksiyasız hám funkcionallıq yamasa patologiyalıq ózgerislersiz qayta tikleniwin támiyinleydi.

JUWMAQ

Pitkeriw qániygelik jumısta «TASHQALA» 110/10 kV podstanciyasın rekonstrukciyalawdıń sorawları qaralıp ótilgen edi. Elektrlik júklemelerdi esaplawlardıń nátiyjeleri boyınsha hámde támiyinlewdiń isenimligin esapqa alǵan halda podstanciyanıń sxeması islep shıǵıldı. Kernewdiń barlıq qáddilerli ushın tańlap alınǵan házirgi zaman elektrotexnikalıq qurılmaları qısqa tuyıqlanıw togınıń tásirine sındı.

Relelik qorǵanıw hám avtomatika qurılmaları sıpatında, 110 hám 10 kV kernewli–analoglı elektr dúzilisleriniń qorǵanıw sisteması qollanıldı. Elektr energiyasın esapqa alıw hám baqlawdıń avtomatlastırılǵan sisteması rnatıldı. Relelik qorǵanıwdıń tiykarǵı parametrlerine esaplawlar ótkerildi.

Ekonomikalıq effektivliktiń kórsetkishlerin esaplaw, podstanciyanı rekonstrukciyalaw proekti paydalı hám shıǵınlardı tolıǵı menen óteydi.

Bunnan basqa óndiriste islewshilerdiń qawipsizligin támiyinlewge tiyisli sorawlar da, yaǵnıy qorshaǵan ortalıqqa múmkin bolǵan tásirdiń ekologiyalıǵı qaralıp ótildi.

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR DIZIMI

1. Blok V.M. Posobie k kursovomu i diplomnomu proektirovaniyu dlya elektroenergeticheskix specialnostey VUZov: Ucheb. posobie dlya studentov elektroenergeticheskix specialnostey VUZov, 2-e izd., pererab. i dop – M.: Vísshaya shkola, 1990.-383 s.
2. Ermolov A.A. Osnoví elektrosnabjeniya promíshlenníx predpriyatíy. – M-L: Energoatomizdat, 1986.-344 s.
3. Instrukciya po víboru, ustanovke i ekspluatacii dugogasyayúx katushek. - : Mintopenergo RF, 1994.
4. Instrukciya po ustroystvu molniezayúití zdaniy i soorujeniy. –M: Energoatomizdat, 1989.
5. Kamnev V.N. Prakticheskie rabotí po releynoy zayúite i avtomatike.-M: «Vísshaya shkola», 1978.- 109 s.
6. Karyakin R.N. Zazemlyayúúie ustroystva elektroustanovok: Sprav.- M: Energoservis, 2000.-373 s.
7. Kudrin B.I. Elektrosnabjenie promíshlenníx predpriyatíy. –M: Energoatomizdat, 1995.-416 s.
8. Metodicheskie ukazaniya po kontrolyu sostoyaniya zazemlyayúúix ustroystv elektroustanovok. – M: ORGRES, 2000.
9. Neklepaev B.N. Elektricheskaya chast elektrostanciy i podstanciy.: Spravochníe materialí dlya kursovogo i diplomnogo proektirovaniya: Uchebnoe posobie dlya vuzov. – 4-e izd. , pererab. i dop. – M.: Energoatomizdat, 1989. – 608s.
10. Polojeniya o poryadke razrabotki i utverjdeniya pravil i instrukciy po ohrane truda: Metodicheskie ukazaniya po razrabotke pravil i instrukciy po ohrane truda:-M: NPO OBT, 1994.
11. Pravila organizacii rabotí s personalom na predpriyatiyax i uchrejdeniyax energeticheskogo proizvodstva. – M: ORGRES, 1994.

12. Pravila ustroystv elektroustanovok. – M.: Glavgosenergonadzor Rossii, 1998.-600 s.
13. Semchinov A.M. Tokoprovodí promíshlenníx predpriyatíy. – 3-e izd. , pererab. i dop. – L.: Energoizdat. Leningr. otd-nie 1982. –208s.
14. Spravochnik po elektrosnabjéníu i elektrooborudovaníu. Elektrosnabjénie.- M.: Energoatomizdat, pod obšč. red. A.A. Fedorova, 1986.- 568 s.
15. Sýsýokin A.I. Osnoví elektrosnabjéníya predpriyatíy. V dvux chastyax. CH.1.-Týomen: TýomGNGU, 1998. – 204 s.
16. Sýsýokin A.I. Osnoví elektrosnabjéníya predpriyatíy. V dvux chastyax. CH.2.-Týomen: TýomGNGU, 1998. –167 s.
17. Tixodeev Rukovodstvo po zamíte elektricheskix setey 6-1150 kV ot grozovíx i vnutrennix perenapryajeniy. - 2-e izd. S-Peterburg: PeiPK Mintopenergo RF, 1999.
18. Fedoseev A.M. Releynaya zamíta elektricheskix sistem: Ucheb. dlya vuzov. – M.: Energiya, 1976. – 560 s.
19. Fëdorov A.A. Osnoví elektrosnabjéníya promíshlenníx predpriyatíy. Izd. 2-e, pererab. i dop. - M.: Energiya, 1972. – 416 s.
20. CHervyakov D.M. Releynaya zamíta i avtomatika elektroustanovok neftyanoy i gazovoy promíshlennosti: Uchebnoe posobie. –Týomen: TýomGNGU, 1998.-79 s.
21. CHervyakov D.M., Lísova O.A., Panfilov G.A. Diplomnoe Proektirovanie: Uchebnoe posobie.-Týomen: TýomGNGU, 1999. – 93 s.
22. CHernobrovov N.V., Semenov V.A. Releynaya zamíta energeticheskix sistem: Uchebnoe posobie dlya texnikumov.- M.: Energoatomizdat, 1998. – 800 s.
23. SHabad M.A. Raschetí releynoy zamítí i avtomatiki raspredelitelníx setey. . – 2-e izd., pererab. i dop. –L.: Energoatomizdat. Leningr. otd-nie, 1985. – 296 s.

24. SHabad M.A. Transformatorí toka v sxemax releynoy zaщítí.- S-Peterburg.: Peterburgskiy Energeticheskiy Institut, 2002. – 64 s.

«TASHQALA» 110/10 kV podstanciyasínan júklemenín saatlıq
qollanılıwı

Waqıt	R, MVA	S, MVA
2:00	8	12,3
3:00	8	9,4
4:00	8	9,4
5:00	8	9,4
6:00	8	9,4
7:00	10	15
8:00	10	11,2
9:00	10	11,2
10:00	10	11,2
11:00	10	11,2
12:00	10	11,2
13:00	10	11,2
14:00	10	11,2
15:00	10	11,2
16:00	10	11,2
17:00	12	17,7
18:00	12	13
19:00	12	13
20:00	12	13
21:00	12	13
22:00	10	15
23:00	10	11,2
0:00	8	12,3
1:00	10	15

«TASHQALA» 110/10 kV podstanciyasínan júklemenín saatlıq
qollanılıwı

Waqıt	R, MVA	S, MVA
2:00	12,5	12,9
3:00	3	3,2
4:00	3	3,2
5:00	3	3,2
6:00	3	3,2
7:00	14,5	14,5
8:00	3	3,2
9:00	3	3,2
10:00	3	3,2
11:00	3	3,2
12:00	3	3,2
13:00	3	3,2
14:00	3	3,2
15:00	3	3,2
16:00	3	3,2
17:00	16,2	16,2
18:00	3	3,2
19:00	3	3,2
20:00	3	3,2
21:00	3	3,2
22:00	3	3,2
23:00	3	3,2
0:00	1	1,4
1:00	1	1,4