

621.31  
К 21

С.К. КАМОЛОВ, Т.К. ЖОББОРОВ

# "САНОАТ КОРХОНАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ"

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус  
таълим Вазирлиги "Электр энергетика" ва "Касбий таълим  
(Электр энергетика)" таълим йўналишлари бўйича бакалаврлар  
учун дарслик сифатида тавсия этган

Библиотека  
ТашХИТа

Фарғона - 2002

709592

УДК 658.26:621.32 (075.8)

Тақризчилар: т.ф.д., профессор Т.М.Қодиров  
Тошкент Давлат техника университети.

т.ф.и., доцент Х.Х.Шарофутдинов  
Фарғона электр таъминоти корхонаси

т.ф.и., доцент М.Н.Нажимутдинов  
Фарғона политехника институти  
"Электр энергетика" кафедраси мудири

Камолов С.К., Жобборов Т.К.

"Саноат корхоналарининг электр таъминоти" Олий ўқуш юртлири учун дарслик. Фарғона - 2002 йил, 197 бет, 40 расм, 19 та жадавэл.

Дарсликда саноат корхоналаришнинг электр таъминоти тўғрисида асосий тушунчалар, электр таъминоти системаси ва у қуришнинг асосий йўналишлари берилган. Дарслик "Электр энергетикаси" ва "Касбий таълим (Электр энергетика)" йўналишларининг талабалари учун ва электр энергетика соҳасида ишлаб мутахассислар учун мўлжалланган.

## СЎЗ БОШИ

"Саноат корхоналарининг электр таъминоти" фаши 5.520200 "Электр энергетика" ва 5.140900 "Касбий таълим (Электр энергетика) йўналиши бўйича тасдиқланган намунавий дастур ва Давлат стандартлари асосида тузилган бўлиб, унинг мазмуни ва ҳажми намунавий ўқув режаси (№2 52/20, 02.06.99 йил), ишчи режа (02.07.99 йил) ҳамда фаннинг ишчи дастурига мос ёзилган.

Мазкур дарслик саноат корхоналари электр таъминотининг қуйидаги бўлимлариши ўз ичига олган :

1. Саноатдаги электр энергия ишлатувчилари ва истеъмолчилари ҳамда уларнинг табақаланиши.

2. Электр юктамалари.

3. Электр энергиясини 1000 В гача кучланиш остида тарқатиш.

4. Электр энергиясини 1000 В дан юқори кучланиш остида тарқатиш.

5. Реактив қувватни ўрнини қоплаш.

6. Электр энергиясининг сифати.

7. Электр таъминоти системасида кучланишни рослаш.

8. Электр таъминоти ишончлилиги.

9. Электр қурилмаларида нейтрал режимини танлаш. Ерга улаш ва электр коррозияси.

10. Электр таъминоти системасидаги ўлчашлар, автоматика ва бошқариш. Электр таъминоти системаси (ЭТС) элементларининг ўта юкланишлари.

Дарслик "Электр энергетика" ва "Касбий таълим (Электр энергетика)" йўналишлари бўйича таълим олаётган талабаларга машғулотларда олган ва назарий билимларини мустаҳкамлашга, уларда мустақил ишлаш кўникмаларини ҳосил қилишга ва саноат корхоналарида ишлаётган электрикларга керакли маълумотлар бериш учун хизмат қилади.

## КИРИШ

Саноат корхоналари электр энергиясининг 70% гача истеъмол қилиб, асосий электр энергия истеъмолчилари ҳисобланади. Бу дарсликда электр энергиясини ишлаб чиқариш, уларни саноат корхоналарида тарқатиш ва технологик жараён учун ишлатувчи истеъмолчиларга етказиб бериш масалалари кўриб чиқилади. Агар энергосистемада, шаҳар ва қишлоқ электр тармоқларида фақат 3 фазали 50 Гц частотали ўзгарувчан ток ишлатилса, саноат корхоналарининг электр таъминоти система-сида электр энергияси бир фазали ёки уч фазали, турли частотали ва кучланишли ўзгарувчан ток кўринишида, ўзгартирувчи подстанциялардан олинadиган ўзгармас ток кўринишида ишлатилади. Электр таъминоти масалалари ҳар қандай корхона учун муҳим ҳисобланади.

Ушбу дарслик "Электр энергетика" ва "Касбий таълим (Электр энергетика)" йўналиши бўйича бакалаврлар тайёрлашда "Саноат корхоналарининг электр таъминоти" курсининг дастурига мос равишда ёзилган. Дарсликда электр таъминоти тўғрисида дастлабки тушунчалар, электр таъминоти системасининг асосий параметрлари ва элементларини танлаш, электр таъминоти ишончлиги, электр энергиясининг сифати, кучланиш-ни ростлаш, реактив қувватни компенсация қилиш масалалари кўриб чиқилган.

"Саноат корхоналарининг электр таъминоти" курсини ўрганиш талабаларни "Электр энергиясини узатиш ва тақсимлаш", "Электр механикаси", "Станциялар ва подстанцияларнинг электр қисмлари", "Реле ҳимояси ва автоматика", "Электр юритма", "Электр ашаратлари" фанларидан олган билимларига асосланади.

Саноат корхоналарининг электр таъминоти тараққиёти тўғрисидаги қисқача тарихий маълумотларни кўриб чиқамиз. Саноат корхоналарининг электр таъминоти тарихи М.О. Доливо-Добровольский (1862-1919) томонидан ўзгарувчан токнинг уч фазали узатиш системасини ва уч фазали трансформаторни яратганидан бошланди дейиш мумкин. Бу соҳанин-г муҳим масалалари бўлган саноат подстанцияларини юкламалар марказига яқинлаштириш, электр юкламаларини ҳисоблаш, электр таъминоти узлуксизлигини таъминлаш, реактив қувватни ўрнини қоплаш, кучланиш-ни ростлаш ва бошқалар XX-асрнинг 50-60 йилларида А.С.Либерман, Г.М.Каялов, С.Д. Волобринский, И.А. Сиромятников, А.А. Федоров, Н.А. Мельников, Л.А. Создатника, Н.С. Афонинлар томонидан ишлаб чиқилди.

Ҳозирги пайтда замонавий компьютер системалари ёрдамида электр таъминоти системасининг барча техник ва иқтисодий талабларга жавоб берувчи параметрларини ва асосий элементларини танлаш йўлга қўйилган. Бу масалаларни муваффақиятли ҳал этишда Москва энергетика техника университетининг "Саноат корхоналарининг электр таъминоти" кафедрасининг олимлари А.А.Федоров, В.А.Веников, С.И. Гамазин, Т.В.

Анчарова, Б.Н. Неклепаевларнинг меҳнатини алоҳида таъкидлаб ўтиш керак.

Саноат корхоналари электр таъминоти системаси кучланиши 1000 В гача ва ундан юқори бўлган электр тармоқлари ҳамда трансформаторли ва ўзгартиргичли подстанцияларни ўз ичига олади. Унинг вазифаси халқ хўжалиги объектларидаги электр ишлатувчиларни ва истеъмолчиларни керакли кўрсаткичларга эга бўлган электр энергияси билан таъминлашдан иборатдир. Электр ишлатувчиларга электр энергиясини технологик жараёнини юргизиш учун қабул қилувчи турли машина ва механизмларнинг электр моторлари, электр печлар, электролиз қурилмалари, пайвандлаш машиналари, ёритиш системаси ва бошқалар киради. Электр ишлатувчиларнинг маълум гуруҳига электр истеъмолчилари дейилади.

Электр ишлатувчилар ва электр истеъмолчилари (ЭИ ва И) электр энергиясини энергосистеманинг район подстанцияларидан олади. Баъзи ҳолларда бир ёки бир неча корхона учун бир вақтда электр энергияси ва иссиқлик энергияси ишлаб чиқарувчи иссиқлик электр марказлари (ИЭМ) ҳам қурилиши мумкин.

ЭТС нинг иш режими ва унинг параметрлари электр энергия манбаси бўлган энергосистеманинг ҳамда ишлаб чиқариш жараёнининг режимларига боғлиқ. Бу параметрларга кучланиш, электр юктамалари, частота ва бошқа ўзгарувчан кўрсаткичларининг қийматлари киради. Энергосистема томонидан ЭТС параметрларига қуйидагилар таъсир кўрсатади: энергетика тизимида актив қувват баланси ва частота оғиши билан боғлиқ бўлган электр манбаларининг қувватларини ўзгариши, реактив қувват балансига боғлиқ бўлган кучланиш сатҳи, қисқа туташувлар ва мувозанатнинг бузилиши. Корхоналардаги технологик жараёнлар юктамалар режимини аниқлайди.

Корхона ЭТС ини шартли равишда 2 қисмдан иборат деб қараш мумкин :

- 1). Ташқи электр таъминоти системаси;
- 2). Ички электр таъминоти системаси.

Ташқи электр таъминотига электр манбасидан корхонага ўтказилган таъминловчи ҳаво ва кабель линиялари ҳамда ЭТС нинг асосий элементи бўлган бош пасайтирувчи подстанция (БПП) нинг юқори кучланишли чулгами томони киради.

Ички электр таъминотида БПП нинг 6÷10 кВ ли тарқатиш қурилмаси (ТҚ) дан электр ишлатувчи ва истеъмолчиларгача бўлган электр тармоқлари киради.

"Саноат корхоналарининг электр таъминоти" фанида ички ва ташқи электр таъминоти тизимларидаги асосий элементлар бўлган трансформаторли ва ўзгарткичли подстанцияларни, кабель ва ҳаво линияларини, ток ўтказкичларини, реактив қувватни компенсация қилувчи қурилмаларни, кучланишни ростловчи қурилма ва усулларни танлаш масалалари,

ЭТС нинг асосий параметрлари ҳисобланган электр юкламалари, кучланиш қиймати, ички электр таъминоти схемаси, керак бўлган ишончлиги даражаси ва бошқа кўрсаткичларни аниқлаш кўриб чиқилади.

## 1 - БОБ. САНОАТДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИ ИШЛАТУВЧИЛАРИ ВА ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИ

### 1.1. Саноатдаги электр энергияси ишлатувчилари ва истеъмолчилари ҳамда уларнинг табақаланишлари

Электр энергиясини истеъмол қилувчи қурилмаси турлари бўйича ЭИ ва И лар қуйидаги гуруҳларга бўлинади :

I. Электр моторлари бўлган ЭИ ва И лар;

II. Электротехнологик қурилмалар;

III. Электр ёритиш системаси;

ЭИ ва И ларнинг асосий кўрсаткичлари қуйидагилар:

1. Токнинг тури;

2. Кучланиши;

3. Номинал қуввати;

4. Фазалар сони;

5. Частотаси;

6. Иш режими;

7. Электр таъминоти ишончлиги бўйича тоифалари;

8. Жойлашуви бўйича иш давомида кўчиб юрвчи ёки кўчирилувчи

ЭИ лар ҳам мавжуд (буларга кранлар, иккинчи ҳол учун металл қирқувчи станоклар кирди).

Юқоридаги кўрсаткичларнинг асосийларини кенгроқ кўриб чиқамиз.

Электрэнергия истеъмолчиларининг асосий кўрсаткичларидан бири уларнинг номинал қувватлари ҳисобланади. Электр юритмаларидаги асинхрон ва ўзгармас ток моторлари (АД ва ўТМ) учун кВт да ўлчанувчи актив номинал қувватлари  $P_n$  паспортларида ёки маълумотномаларда берилади. Синхрон моторлар (СМ) учун актив номинал қуввати  $P_n$  ва номинал қувват коэффициентини  $\cos\phi$  ишлатилади. Металл эритувчи электр печлари ва электр пайвандлаш машиналарининг номинал (қўйилган) қуввати сифатида уларни таъминловчи трансформаторларнинг кВА да ўлчанувчи тўла қувватлари қабул қилинади ( $S_n = S_{т.н}$ ).

Қаршилиқ печлари, электролиз ванналари ва ёритиш асбоблари учун номинал қувват - бу шу қурилмаларнинг тармоқдан истеъмол қиладиган қувватларига тенг ( $P_n = P_{ист}$ ). Такрорланувчи - қисқа муддатли иш режимли ЭИ ларнинг паспортларида берилган қувватини узоқ муддатли иш режимига келтириб, номинал қувват сифатида қабул қилинади.

Саноат корхоналарининг электр қурилмаларида, асосан ўзгарувчан ток ишлатилади. Ўзгармас ток ишлатувчилари электр энергиясини ўзга

рувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи тўғрилагичлардан олгани сабабли, ўзгармас ток доимо қимматроқ бўлади. Тўғрилагичлар сифатида "Синхрон мотор - ўзгармас ток генератори" (СМ-ЎТГ) тизимини, бошқарилувчи симобли тўғрилагичлар (БСТ), тиристорли тўғрилагичлар (ТТ) ишлатилади.

Ўзгармас токнинг асосий ишлатувчиларига умумий тармоқдан таъминланувчи кўтариш - транспорт механизмларининг ва прокат станларидати ёрдамчи механизмларининг стандарт кучланишли моторлари киради. Электролиз қурилмалари ностандарт кучланиш-ли истеъмолчиларга киради. Электр энергиясини тарқатиш тизимида электролиз қурилмалари, ўзгармас токда ишловчи ёй печлари, пайвандлаш машиналари ўзгарувчан ток истеъмолчилари ҳисобланади. Ўзгармас ток ишлатувчилар 5 % дан (машинасозликда) 85-90% гача (алюминий электролизи бўлган раингли металлургияда) электр энергиясини истеъмол қиладилар.

ЭИ ва И лар қуйидаги стандарт кучланишларга эга : 12 В, 36 В, 127 В, 220 В, 380 В, 660 В, 6 кВ, 10 кВ - ўзгарувчан токда ва 220 В, 440 В, 825 В - ўзгармас токда.

Токнинг частотаси бўйича саноат частотасида ишловчи, ундан ортиқ ва ундан кам частотали электр ишлатувчилари мавжуд. Саноат частотаси 50 Гц га ёки 60 Гц га тенг бўлиб, 60 Гц га чиқарилган моторлар 50 Гц частотали тармоқдан ишлани мумкин, ammo буида кучланишни 380 В дан 460 В га кўтариш лозим. 50 Гц ли моторларни 60 Гц ли тармоққа улаб бўлмайдн, бу ҳолда 60 Гц ни 50 Гц га пасайтувчи ўзгартиргич ўрнатиш керак. 50 Гц частотага чиқарилган трансформатор ва электр аппаратлари 60 Гц да ишлатилиши мумкин.

50 Гц дан паст частоталар қуйидаги ҳолларда ишлатилади :

1). 0,5-1,5 Гц - электр печларида суяқ пўлатни электромагнит усулида аралаштириш учун;

2). 2-5 Гц - контактли пайвандлаш учун;

3). 10-40 Гц - электр моторлари тезлигини ростлаш учун.

50 Гц дан юқори частота қуйидаги ҳолларда ишлатилади:

1). 175-220 Гц частоталар тезкор моторлар ишлатиладиган, кичик габаритли электр асбоблари учун;

2). 100-200 Гц - суғий тола саноатидаги центро-фугаларнинг электр юригаси учун Гц;

3). 400 Гц частота-тезлиги 20000 айл/дақ бўлган моторли ёғочини қайта ишловчи станокларда;

4). 500-1000 Гц частота - қайноқ штамповкада ва тобланда ишлатиладиган металлари индукцион қиздириш қурилмаларида.

Юқоридаги 4 та ҳолда электр энергияси 10000 Гц гача частотада тарқатилади. Ундан ташқари металллар юзасини қиздириб тоблаш ва қайта ишлаш учун 2000 Гц дан 106 Гц гача, сопол, пластмасса ва ёғоч буюмларини 100Ч103ё100Ч106 Гц гача частотада электр қиздириш қурилма

лари мавжуд. Буларда индивидуал частота ўзгарткичлар ишлатилади.

ЭИ ва И нинг ишлаш режими 3 хил бўлади:

1. Узоқ давом этувчи режим. Унда мотор ёки трансформаторнинг ҳарорати экспонента бўйича ошиб бориб, охири ўзгармас бўлиб қолади. Ошиб бориш вақти юкламага боғлиқ бўлиб, тахминан 3 та қизиш вақти доимийсига тенг ( $t_{\text{ўтиш}} = 3\text{ЧТқизиш}$ ).

2. Қисқа муддатли режимда иш вақти давомида токли қисмлар турғун ҳароратгача қизиб улгурмайди ва тўхтаб турилганда эса муҳит ҳароратигача совиб улгуради.

3. Такрорланувчи-қисқа муддатли (ТҚМ) режимда иш давомида токли қисмлар қизиши турғун ҳароратгача етмайди, тўхташ даврида муҳит ҳароратигача совиб улгурмайди.

ТҚМ режими фонизларда берилувчи уланиш давомийлиги (УД ёки русча ПВ) билан белгиланади:

$$\text{УД} \% = (t_y \cdot 100 \%) / (t_y + t_r) = (t_y / t_{\Sigma}) \cdot 100 \%$$

бу ерда:  $t_y$  - уланиш (ишлаш) вақти,  $t_r$  - тўхтаб туриш вақти,  $t_{\Sigma}$  - цикл вақти.

ТҚМ режимида  $T_{\Sigma} \leq 10$  дақиқа бўлиши керак. Моторлар учун УД нинг 15 %, 25 %, 40 %, 60 % ли стандарт қийматлари бор.

ТҚМ режимида ишловчи ЭИ лар қувватини доимий режимига (УД=100%) қўйидаги формула ёрдамида келтирилади:

$$P_{100} = P_{\text{пасп}} \sqrt{(\text{УД})/100}$$

бу ерда  $P_{\text{пасп}}$  - паспортда келтирилган қувват; УД % - давомийлик, %.

Электр таъминоти узлуксизлиги даражаси бўйича ЭИ ларнинг 3 та тоифаси мавжуд:

а). I - тоифали ЭИ ларининг электр таъминотидаги узилшлар натижасида одамлар ҳаётига хавф солинади ёки халқ хўжалигига катта моддий зарар етказилади. Бу зарарлар жиҳозларнинг шикастланиши, маҳсулотнинг брак бўлиши ёки технологик жараённинг узоқ муддатга бузилиши оқибатида ҳосил бўлади. Бунга мисол қилиб, кўмир шахталаридаги кўтаргич (подъёмник) ва бош вентиляторни, домна печларидаги сув бериш насосларини, кимё корхоналаридаги санитария-техника вентиляциясини ва электролиз қурилмаларини кўриш мумкин.

б). II-тоифага металл қирқинш станоклари, штамповка машиналари ва пресслар, электр ёй печлари, тўқимачилик станоклари ва бошқалар киради. Уларнинг электр таъминотидаги узилшлари маҳсулот чиқаришни камайишига, бракларга, ишчилар ва механизмларнинг бекор туриб қолишига сабаб бўлади.

в). III-тоифага I ва II-тоифаларга кирмайдиган қолган ЭИ лар (ёрдамчи цехлар, қўшимча ишлаб чиқаришлар ва ҳ.к. ва бошқалар) киради.



## 1.2. Саноатнинг турли тармоқларидаги электр моторлари бўлган электр ишлатувчилар ва истеъмолчилар

Саноатнинг асосий тармоқларида электр моторлари бўлган ЭИ ва Ининг асосий кўрсаткичларини ва уларнинг технологик жараёндаги ўрнини кўриб чиқамиз.

### 1.2.1. Кўмир шахталари ва рудниклар

Маъдумки, ер остидан маъдум чуқурликда кўмир ва маъдан (руда) қазиб чиқариш учун шахталар қурилади. Бу ерда электр энергиясини истеъмол қилувчи асосий механизмлар қуйидагилар: кўтаргичлар, транспортёрлар, кўмир ва проходка комбайнлари, кесиб машиналари, асосий ва ёрдамчи вентиляторлар, сув насослари бўлиб, улардаги моторларнинг қуввати 1,1 кВт дан 8000 кВт гача бўлади.

Ер остидаги моторларнинг кучланишлари 6000 В, 660 В, баъзан 1140 В га тенг.

Ер устидаги юқори кучланишли (ЮК) моторларнинг кучланиши 6-10 кВ га тенг.

Шахта ва рудниклардаги электр тармоқлари изоляция қилинган нейтралга эга.

Кўмир ва маъдан қазилувчи лавалардаги механизмлар оғир ТҚМ режимида, қолган механизмлар эса давомли иш режимида ишлайдилар.

Асосий кўтаргич, вентиляция, насослар I-тоифага киради.

### 1.2.2. Нефть конлари

Нефть конларидаги асосий механизмларга қуйидагилар киради:

Разведка учун ва эксплуатация учун қудуқлар (скважиналар) қазинида ротор столи, лебедкалар, кўтаргичлар, аралашма насослари, электробур ишлатилади. Электробур мотори қувур кўринишли конструкцияга эга бўлиб, унинг учига парма (долото) ўрнатилган ва қудуқ чуқурлашган сари ер қаърига кетиб боради. Электробур моторига электр энергияси ер юзасида жойлашган автотрансформатордан икки симли кабель ва қудуққа тушириб бориладиган қалин деворли қувурлар колоннасидан берилади. Бу колонна 8-12 метрли қувур бўлакларидан иборат бўлиб, улар ўзаро туташтирилган жойларидаги контактларда кучланиш йўқотишлари ҳосил бўлади. Бу контактлар сони ва кучланиш йўқотишлари қудуқ чуқурлашган сари ортиб боради. Кучланиш йўқотишлари ўрнини қоплаш учун автотрансформатор ўрнатилади.

Қувурсимон моторларнинг қуввати 82-230 кВт, узунлиги 7,5-12 метр, диаметри 215-250 мм, кучланиши 900-1650 В бўлади.

Қудуқ қазувчи механизмлар қуйидаги ҳолларда I - тоифага киради:

а). қудуқ чуқурлиги 3000 метрдан ортиқ бўлса;

б). чуқурликдан қатъий назар, мураккаб геологик шароитларда;

в). денгизда жойлашган қудуқларни қазинида.

Қолган ҳолларда механизмлар II-тоифага киради.

Моторларнинг кучланиши 380 В, 6-10 кВ; иш режими давомли ва ТҚМ. Қудуқлардан нефть қазишда станок качалкалар ( $P=1.7-55$  кВт,  $\cos\varphi=0.4-0.7$ ), чуқурлик насослари ( $P=1.7-55$  кВт,  $L=4.2-8$  метр,  $d=103-123$  мм,  $U=300-1000$  В) ишлатилади, компрессор усулида (қудуқда 250 кг·с/см<sup>2</sup> босимли газ ёки ҳаво ҳайдаб, нефть чиқарилади);

Иш режими давомли; станок-качалка ва чуқурлик насослари II-тоифага, таркибида кучланиш 6 кВли, қуввати 200 кВтга тенг 16 та мотор бўлган компрессор станцияси I-тоифага киради.

Қазилган нефтни қувурларда жўнатиш учун турли насослар ( $P=4.5\div 2000$  кВт, II-тоифа) ишлатилади.

Магистрал қувурлардаги насослар ( $P=500\div 3000$  кВт,  $U=6\div 10$  кВ) ва ёнгинага қарши курашиш насослари I-тоифага киради, уларнинг режими давомли.

### 1.2.3. Қора металлургия корхоналари

Қора металлургия саноати электр энергиясини кўп ишлатувчи тармақдир.

Бу корхоналарда бойитилган темир рудаси, кокс, чўян, пўлат ва турли профилдаги прокат маҳсулотлари ишлаб чиқарилади. Бу корхоналар 2 турга бўлинади :

а) Тўлиқ металлургия циклига эга корхоналар.

б) Тўлиқсиз металлургия цикли корхоналар.

Тўлиқсиз цикли корхонада пўлат эритиш цехи ва бир неча прокат цехлари бўлади.

Конвертор цехида 5 тагача пўлат эритиш конвертори бўлиб, ҳар бирининг ҳажми 150÷350 тоннага тенг. Цехнинг умумий ўрнатилган қуввати 25ё30 МВт. Конвертор-пўлат конструкциялар ичида ўтга чидамли нишдан териб чиқилган "ноксимон" идиш бўлиб, у ўз ўқи атрофида ағдарилади. Ичига суяқ чўян қўйилиб, кислород юборилади ва пўлат ҳосил бўлади.

Асосий механизмлари: конверторни ағдариш механизми (ҳар бир панфсида 4 тадан 200 кВт ли ЎТМ - 2 таси ишчи ва 2 таси резервда), 2500 тоннали 3 та миксер (ағдариш механизми 200 кВт ли 1 та ишчи ва 1 та резерв моторли, суяқ металл ташувчи краилар (470 кВт гача), тутун ҳайдовчи (дымосос) вентилятор (1500÷2000 кВт) бўлиб, улар I-тоифага киради. Кислород станциясида умумий қуввати 12 МВт бўлган компрессорлар мавжуд.

Прокат цехларида пўлат тасмалар (листлар), қувурлар, тушика, вагон гилдираклари, арматура, соргли прокат (бурчаклар, швеллер) ишлаб чиқарилади. Пўлат тасмалар чиқарувчи прокат станида асосий механизмлардаги моторлар қуввати 10 МВт (СМ) ва 11,4 МВт (ЎТМ) гача етади. Қайноқ ҳолда тўхтовсиз прокатловчи "2000" станида тасмалар ўрамасининг оғирлиги 35 тоннагача бўлиб, умумий қуввати 116,9 МВт

га тенг 12 та клети бор. Бу ердаги СМ ларнинг қуввати 5 ва 10 МВт дан, ЎТМ нинг қуввати 8.5 ва 11,4 МВт дан бўлиб, ЎТМ лар БСТ ва ТТ системасидаги индивидуал тўғрилагичларга эга. Агрегатнинг узунлиги 1000 метр ва эни 750 метрга тенг. Механизмлар иш режими тез ўзгарувчан бўлиб, актив қувват ва реактив қувватнинг энг катта қийматлари 30 МВт ва 32 мВАр га етади.

Икки томонга айланувчи прокат станида бош моторлардаги реактив қувватнинг ўзгариш тезлиги 200 мВАр/с гача етиб, катта кучланиш тебранишлари ҳосил бўлади.

#### 1.2.4. Кимё корхоналари

Кимё корхоналари азот саноати, сода ишлаб чиқариш, суперфосфат, олтинугурт кислота, кальций карбиди, каустик сода, шина, синтетик каучук, пластик массалар, сунъий толалар ишлаб чиқариш корхоналаридан иборат бўлиб, асосий механизмларида мешалкалар, центрофугалар, фильтр-пресслар ( $P=1\div55$  кВт), марказдан кўчма насослар ( $P=6\div1500$  кВт), поршенли компрессорлар ( $P=50\div6300$  кВт), турбокомпрессорлар ( $P=700\div12000$  кВт) киради. Бундан ташқари ҳар бир корхонанинг ўз махсус технологик механизмлари ҳам мавжуд.

Компрессорлар тезлигини ростлаш учун вентилли каскад схемаси ва БСТ схемаси ишлатилади.

Кимё корхоналарида коррозия хавфи, ёнгин ва портлаш хавфи бўлган муҳит шароитлари мавжуд.

Технологик жараёнга боғлиқ ҳолда механизмлар доимий ва ТҚМ режимларида ишлайди.

1 - тоифага аралаштиргич (мешалка) лар, назорат ўлчов асбоблари (КИП), санитар-техника вентиляцияси, сув ва совуқлик таъминоти қурилмалари, тўхтаб қолиши натижасида портлашлар, одамлар заҳарланиши ва механизмлар шикастланиши мумкин бўлган бошқа қурилмалар киради.

#### 1.2.5. Нефтни қайта ишлаш корхоналари

Нефтни қайта ишлаш корхоналари бир неча комплект технологик қурилмалардан иборат бўлиб, қуйидаги механизмлари бор: дозировка насослари ( $P=0.4\div3.5$  кВт), вингли насослар ( $P=0.62\div85$  кВт), марказдан қочма насослар ( $P=5.5\div500$  кВт), крекинг насослар ( $P=160\div2200$  кВт), поршенли насослар ( $P=58\div625$  кВт) ва турбокомпрессорлар ( $P=500\div12000$  кВт).

Юқоридаги технологик насослардан ташқари айланма сув блоклари ва товархом ашё базасида жуда кўп насослар мавжуд.

Механизмларнинг иш режими давомли бўлиб, 50% юкламани 6 - 10 кВт кучланишли, қуввати 200 кВт дан ортиқ моторлар ҳосил қилади.

Кўнчилик механизмлари 1 - тоифага киради.

### 1.2.6. Тўқимачилик корхоналари

Тўқимачилик саноатида пахта йиғириш ва иш-газлама тўқиш фабрикалари, кимёвий толадан ва жундан газлама тўқиш, ипак газлама тўқиш корхоналари киради. Бу ерда пахта толасини йиғириш станоклари ( $P=0,6\div 30$  кВт), тўқиш станоклари ( $P=0,6\div 36$  кВт), ип ва ипак газлама-ларни бўйиш-пардозлаш машиналари ( $P=0,25\div 150$  кВт), жун йиғириш ( $P=0,27\div 44$  кВт), тўқиш ( $P=0,1\div 36$  кВт) ва пардозлаш-бўйиш ( $P=0,25\div 46$  кВт) станоклари ишлатилади.

Қўпчилик механизмлар давомли иш режимига эга ва II-тоифага киради. Чунки, электр таъминотидаги узилишлар асосан махсулот ишлаб чиқаришни камайишига ва механизмларнинг бекор туриб қолишига сабаб бўлади. Техник-иқтисодий ҳисоблар асосида бўйиш - пардозлаш цехлари I - тоифага ўтказилиши мумкин.

### 1.2.7. Машинасозлик корхоналари

Машинасозликда металл қирқиш станоклари, темирчилик-штамповка машиналари ва пресслар ҳамда электр асбоблар (электр инструментлар) бор.

Металл қирқиш станоклари ичида қуввати 1000 кВт дан ортиқ бўлган йирик станоклар мавжуд. Аммо, станокларнинг ўртача қуввати  $5\div 10$  кВтдан (автотрак-тор машинасозлиги)  $15\div 25$  кВт гача (йирик машинасозлик) бўлиб, уларнинг цехдаги сони 2000÷3000 гача бўлади. Ҳар бир цехда  $12\div 20$  МВт ва бир неча цехдан иборат корпусда умумий қуввати 100 МВт гача станоклар ўрнатилади.

Иш режимлари турлича, асосан II-тоифага киради.

Темирчилик-штамповка машиналари ( $2\div 500$  кВт), гидравлик пресслар (насос станцияларида  $250\div 1500$  кВт ли насослар ўрнатилиб, умумий қуввати  $10\div 12$  МВт) тез ўзгарувчан режимда ишлайди ва II-тоифага киради.

Электр асбобларига механизациялаштирилган қўл асбоблари-парма-лар, гайкавертлар, арралар, шлифо-валкалар, сучкорезлар ва бошқалар киради. Уларнинг қувватлари  $0,2\div 2,0$  кВт, частотаси 50 Гц ва 200 Гц, кучланиши 12 В, 36 В, 220 В, бўлиб, II-тоифага киради.

### 1.3. Электротехнологик қурилмалар

Электротехнологик қурилмалар (ЭТҚ) га электр печлари, электр пайвандлаш машиналари, электролиз қурилмалари ва бошқалар киради.

Электротехнологик қурилмаларнинг ЭТСни лойиҳалашда ишлатиладиган параметрларини ўрганамиз.

#### 1.3.1. Қаршилик печлари

Бу печлар металл заготовкани қиздириш ва металл эритиш учун ишлатилади. Қуввати бир неча киловаттдан бир неча минг киловаттгача

бўлади. Бир ва уч фазали печлар бор бўлиб, уларнинг кучланиши 220 В ва 380 В га тенг. Печларнинг инерцияси катта бўлгани учун бир печ дақиқага узилишга йўл қўйилади ва II-тоифага киради.

### 1.3.2. Электр ёй печлар (ЭЁП)

Бу гуруҳдаги печларда электр ёйининг инерцияси металлургияда пўлат, чўян, мис ва унинг қотишмаларини, титан, молибден ва бошқа металлларни эритиш учун, кимё саноатида метандан ацетиленни тўғридан тўғри электрокрекинг йўли билан олиш учун ишлатилади.

Пўлат ва чўян эритувчи ЭЁП да электр ёйи электродлар ва металл орасида ёниб туради. Бу печларда 3 фазали трансформаторнинг қуввати 400 кВА дан (1.5 тонна ҳажмли печь), 45 мВА гача (200 тонна печи) бўлади. Чўян эритиш печларининг қуввати 5200 кВА гача бўлади. Печ трансформаторларининг бирламчи чўлғами кучланиши 6, 10, 35, 110 ва 220 кВ га тенг. Печ трансформаторларидан олинган ёй кучланиши 110-500 В, ёй токи 100 кА ва ундан ортиқ. Электр занжирининг трансформатордан электродларгача бўлган қисми "қисқа тармоқ" дейилади. "Қисқа тармоқ"даги ток кучи 100 кА гача ва ундан ортиқ бўлгани учун яқинлик эффекти ва қувватини 1 фазадан 2 фазага кўчи эффеки натижасида уни қуриш жуда қийин. "Қисқа тармоқ"нинг эгилювчан қисми электродлар ҳолатини ўзгартириш, тайёр металлни қуйиш учун печь ваннасини ағдариш ва ваннани силжитишга имкон беради.

Пўлат эритувчи ЭЁП нинг иш режими тез ўзгарувчан бўлиб, бунга сабаб эритиш жараёнида шихта электродларига қулаб тушиб, уларни қисқа туташтиради ва эксплуатацион қисқа туташув (қ.т.) тоқларини ҳосил қилишидир. Бу қисқа туташув бўлганда қисқа тармоқ узгич ёрдамида узилиб, электродлар юқорига кўтарилади. Сўнгра яна шихта юзасига яқин келтирилиб, эритиш давом эттирилади.

Ҳажми 80 тоннадан ортиқ печларда ваннани аралаштириш учун қуввати 500-1200 кВА, частотаси 0.5-2 Гц ли индуктив галтак ўрнатилади. Бу галтак частота ўзгартиргичдан таъминланади.

Битта эритиш давомида (50-60 дақиқада) 2-3 та эксплуатацион қисқа туташув бўлгани учун трансформаторларнинг узгичлари махсус чидамли конструкцияли бўлади, масалан, электромагнит ёй ўчириш системасига эга бўлган ВЭМ-10 туридаги узгич ишлатилиши керак.

Мис ва унинг қотишмаларини эритиш печларида электр ёйи металл юзасида, электродлар орасида ёнади ва иш режими осойишталиги билан фарқ қилади. Қуввати 125-400 кВА дан бўлган 1 фазали трансформаторлар гуруҳи ишлатилади, таъминлаш кучланиши 6-10 кВ га тенг. Пўлат, чўян ва мис эритувчи ЭЁП лар II-тоифага киради.

### 1.3.3. Руднотермик печлар (РТП)

Улар ЭЁП нинг алоҳида тури бўлиб, электродомна сифатида ва фе

роқотишмалар олиш учун, рангли металлургияда полиметалл рудаларини эритиш учун, кимёда турли карбитлар, электрокорунд олиш, фосфор ҳайдаш учун ишлатилади. РТП да электродлар шихта орасига киритилади. Иссиқликни қисман ёй, қисман шихта қаринлигидан ўтган ток ҳисобига ажратади.

РТП Э электродли ёки гатта қувватларда 6 электродли бўлиб, 1 та 3 фазали ёки 3 та 1 фазали трансформатордан таъминланади. Трансформатор қуввати  $2.5 \div 80$  мВА, кучланишлари  $U_{\text{юк}} = 6, 10, 35, 110$  ва  $154$  кВ,  $U_{\text{шк}} = 15 \div 400$  В. Электродларнинг диаметри  $1000 \div 2400$  мм. РТП II - тоифага киради.

### 1.3.4. Индукцион металл эритиш печлари

Бу печларда эритилаётган металлда индуктивланган тоқлар ҳисоби-га эритиш жараёни кечади. Бу печлар бир фазали бўлиб,  $f=50$  Гц,  $f < 10$  кГц ва  $f < 74$  кГц частоталарда ишлайди. 50 Гц ли печларда алюминий, рух, латушь эритилади, суоқ чўян ва пўлатни қиздирилади.

Пўлат ва чўян эритувчи I+60 тоннали тигель печларининг қуввати  $200 \div 17000$  кВт, рангли металларни эритиш ва қиздириш учун  $0,75 \div 60$  тоннали печларининг қуввати  $250 \div 6000$  кВт, таъминлаш кучланиши 380, 6000, 10000 В га тенг. Индукцион печнинг қувват коэффициенти  $\cos \phi = 0,4 \div 0,6$ .

### 1.3.5. Электролиз қурилмалари

Енгил металлларни уларнинг тузлари эритмасидан олиш учун (алюминий, литий, кадмий), оғир металлари (мис) тозалаш учун ва металл қопламалар ҳосил қилиш учун ишлатилади. Электролиз қурилмалари солиштирма электр энергия сарфи билан характерланади. Масалан, 1 т алюминий олиш учун  $18000$  кВт\*соат, 1 т магний учун  $15000$  кВт\*соат, 1 т литий учун -  $60000$  кВт\*соат сарфланади. I-тоифага алюминий қурилмалари киради ва улар узлуксиз режимда ишлайди. Ўзгармас ток манбасининг кучланиши  $400 \div 450$  В дан  $1600 \div 1800$  В гача аста-секин оширилади.

Ўзгармас тоқли электр тармогидан  $100$  кА гача тоқ ўтади. Шу сабабли ўтказгич материални иқтисод қилиш учун трансформатор подстанцияси иложи борича электролиз ванналарига яқин жойга ўриатилади ва бир нечта электролиз ванналари кетма-кет уланиб, сериялар ҳосил қилинади.

### 1.3.6. Электр пайвандлаш (ЭП) машиналари ва қурилмалари

Улар ёйли ва контактли усуллар билан қора ва рангли металлари пайвандлаш учун ишлатилади. ЭП металлургияда, машинасозликда, қурилиш монтаж ишларида кенг қўлланилади.

ЭП учун ўзгарувчан ва ўзгармас тоқ ишлатилади. Ўзгарувчан тоқ

нинг частотаси нормал ( $f=50$  Гц), паст ( $2.5\div 10$  Гц), юқори ( $100\div 360$  Гц) ва радиочастотали ( $450\div 500$  кГц) бўлади.

Ўзгарувчан токли ЭП қурилмалари ўз юкламаси билан корхона электр таъминотида қатор қийинчиликларни келтириб чиқаради. Унга сабаб қуйидагилар:

а) юклама асосан бир фазали бўлиб, 380 В да айрим ЭП машиналарининг қуввати 1200 кВА ва ундан ортиқ, электршлаккли ЭП машиналарида  $6\div 10$  кВ кучланишда қуввати  $3\div 4$  мВА га тенг бўлади.

б) кичик қувват коэффициентига эга: ёйли электр пайвандлашда  $\cos\varphi=0,3\div 0,35$ , контактли электр пайвандлашда  $\cos\varphi = 0,2\div 0,6$  га тенг.

в) тез ўзгарувчан юкламали, ТҚМ режимида, кичик УД билан ишлайди, бунда юклама максимумлари номинал қувватдан  $2\div 6$  марта ортиқ бўлади.

ЭП машиналари Н-тоифага киради.

#### 1.4. Электр ёритиш системаси

Ёритиш системасида чўғланма лампалар ва газ разрядли лампалар ишлатилади. Ишчи ёритиш системаси умумий, маҳаллий ва комбинацияланган системага бўлинади. Электр таъминотинин лойиҳалашда умумий ёритиш асбобларининг қуввати ҳисобга олинади. Авария ёритиш системаси ишнинг давом эттириш учун ёки механизмларни ўчириб, ишчиларни ташқарига чиқариш учун ишлатилади ва I-тоифага киритилади.

Умумий ёритиш системасидаги лампалар кучланиши 220 В га тенг, маҳаллий ва кўчма ёритиш учун 12 В, 36 В, 127, 220 В кучланишлар ишлатилиши мумкин.

### 2 - БОБ. ЭЛЕКТР ЮКЛАМАЛАРИ

2.1. Электр юкламаларининг турлари ва улар ҳақида асосий тушунчалар

Электр юкламалари ток ва қувватлар кўринишида берилади ва ишлатилади. Қуйидаги электр юкламалари мавжуд :

1. Ўртача юкламалар.
2. Максимал ҳисобий юкламалар.
3. Максимал иш юкламалари.
4. Иқтисодий юклама.

1. Ўртача юкламаларни кўриб чиқамиз. Ҳисобларда, асосан, ўртача актив қувват ишлатилади. Суткалик ўртача қувват ва йиллик ўртача қувват аниқланиши мумкин. Ишлаб турган корхоналарда ўртача йиллик қувватлар актив ва реактив энергиялар сарфи бўйича топилади :

$P_{ўй} = W_{ўйл}/T_{ўйл}$  - йиллик ўртача актив қувват.

$Q_{ўй} = W_{ўйл}/T_{ўйл}$  - йиллик ўртача реактив қувват.

$W_{ўйл}$  ва  $W_{ўйл}$  - сўтчиклардан олинган йиллик энергия сарфи;  $T_{ўйл}$ -йиллик иш соатлари сони бўлиб, қуйидагича топилади:

$$T_{\text{ил}} = (365 - m - n) \cdot p \cdot q ;$$

бу ерда :

$m$  ва  $n$  - йиллик дам олиш ва байрам кунларини сонн;

$p$  - 1 кундаги сменалар сонн;

$q$  - 1 сменадаги соатлар сонн.

Суткалик актив ва реактив юкламалар графикларидан ўртача актив ва реактив қувватларни математик қутилмалар формулалари ёрдамида топиш мумкин:

$$P_{f.z} = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{n} ; \quad Q_{f.z} = \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{n}$$

Бу ерда  $t = 1 \div n$  - вақт оралиқлари;  $P_t$ ,  $Q_t$  - шу оралиқдаги ўртача қувватлар.

2. Максимал ҳисобий юкламалар ЭТС нинг асосий кўрсаткичларидан биридир.

Электр таъминоти тизимларидаги асосий элементлар, трансформаторлар, ўзгартиргичлар, симлар, кабеллар ва ток ўтказгичлар бошқа шартлар қатори йўл қўйиладиган қизиш бўйича ҳам танланади.

Қизиш бўйича ҳисобий максимал юклама деб энг оғир иссиқлик таъсири (максимал ҳарорат ёки ўтказгичлар, трансформатор ва электр машиналари чўлғамлари изоляциясининг иссиқликдан максимал ейилиши) бўйича қутиляётган ўзгарувчан юкламага эквивалент бўлган шартли юкламага айтилади. Бунинг қисқача ҳисобий юклама деб атаёмиз.

Ҳисобий юкламаларга ҳисобий ток  $I_x(A)$ , ҳисобланган актив қувват  $P_x$  (кВт), ҳисобий реактив қувват  $Q_x$  (кВАр) ва ҳисобий тўла қувват  $S_x$  (кВА) киради.

Ток ўтишидан ўтказгич томири қизишининг йўл қўйиладиган ҳарорати 3 хил қийматга эга:

tt.n. - ўтказгич томири изоляцияси турига ва қучланишга боғлиқ бўлган узоқ муддатли йўл қўйиладиган ҳарорати °C, (50÷80 °C) ;

tt.ў. - ўта юкланишда қисқа муддатли йўл қўйиладиган ҳарорат, °C (90÷125 °C) ;

tt.m. - қисқа туташувларда йўл қўйиладиган максимал ҳарорат, °C (125÷350 °C) ;

Ўтказгич томири изоляциясининг ҳарорат таъсирида эскириши нисбий бирикларда ўлчаниб, tt.n. даги изоляция ейилишини 1 деб қабул қилинади. Температура ўзгарганда изоляция ейилишини 8 °C ли қоида билан аниқланади. Бунинг моҳияти шундаки, tt ни ҳар 8 °C га ортинси ейилишини (эскиришини) 2 баробар тезлаштиради ва аксинча, tt ҳароратда 1 вақт ичидаги нисбий ейилиш қуйидагича топилади :

$$I_T = 2 \left[ (t_r - t_{rn}) / 8 \right]$$

Поғонали графикда алоҳида ейилишлар меъёрдан кам ёки ортик бўлиши мумкин, аммо умумий ейилиш 1 га тенг бўлиши керак :



$$\Sigma I = ( I_1 * t_1 + I_2 * t_2 + \dots + I_n * t_n ) / t = 1$$

3. Энг катта иш юкламаси (ЭКИЮ) (чўққи юклама) қисқа муддатли бўлиб, максимал кучланиш йўқотишини ва кучланиш тебранишини ҳосил қилади. Энг катта иш юкламаси амперларда (Iэкию), киловаттларда (Pэкию), ёки киловольт-амперларда (Sэкию) белгиланиб, пайдо бўлиш частотаси ҳам аниқланади.

4. Иқтисодий афзал юклама ўтказгичлар учун токнинг иқтисодий зичлиги jэ [А/мм<sup>2</sup>] орқали белгиланади. jэ нинг қийматлари Марказий Осиё учун ўтказгичнинг материали (мис ёки алюминий), изоляция синфи ва актив қувват мақсумумидан фойдаланиш йиллик соатлари сони Тм га боғлиқ ҳолда 3.2 - жадвалда келтирилади.

### 2.3. Ҳисобий юкламаларни аниқлашнинг асосий услуби (Тартибга солинган диаграммалар услуби)

Ҳисобий электр юкламаларини аниқлашнинг асосий услубларидан бири тартибга солинган диаграммалар услубидир. Бу услубда ҳисобий коэффициентларни ишлатиб юкламалар аниқланади.

Юкламаларни аниқлаш масаласи ЭИ лар сони 3 тадан ортиқ бўлса, пайдо бўлади. Агар n J 3 бўлса, ҳисобий ток Ix тахминан ЭИ лар номинал тоқларининг йиғиндисига тенг деб олинади. Масалан, n = 3 бўлса :

$$I_x = I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} \rightarrow I \quad (2.1)$$

Индивидуал ўзгартгичли ўТМ учун ҳисобланган ток трансформаторнинг номинал тоқига тенг. РП дан асинхрон моторга ўтказилган кабелини тавлаш учун ҳисобий ток шу моторнинг номинал тоқига тенг. Агар n J 3 бўлса, ҳисобий қувватлар Px ва Qx ЭИ лар номинал режимда истеъмол қиладиган қувватлар йиғиндисига тенг :

$$P_x = P_{H1}/h_{H1} + P_{H2}/h_{H2} + P_{H3}/h_{H3} \quad (2.2)$$

$$Q_x = P_{H1}/(\cos\varphi_{H1} \cdot h_{H1}) + P_{H2}/(\cos\varphi_{H2} \cdot h_{H2}) + P_{H3}/(\cos\varphi_{H3} \cdot h_{H3})$$

бу ерда  $h_{H1}$ ,  $h_{H2}$ , ва  $h_{H3}$  - ЭИ ларнинг фойдали иш коэффициентлари (ф.и.к.);  $\cos\varphi_{H1}$ ,  $\cos\varphi_{H2}$ ,  $\cos\varphi_{H3}$  - ЭИ ларнинг номинал қувват коэффициентлари.

Агар n > 3 бўлса, электр юкламалари махсус ҳисоблаш услублари ёрдамида ҳисоблаб чиқилади. Асосий бўлган тартибга солинган диаграммалар услубини кўриб чиқамиз. Бу услубдаги ҳисобий коэффициентлар билан танишамиз.

1. Ишлатиш (фойдаланиш) коэффициенти маълумотнома китобларида ҳар бир ЭИ учун (Ки) ва ЭИ лар гуруҳи (Ки.ум) учун берилади. Ишлатиш коэффициенти қуйидаги формулалар билан ифодаланади :

$$K_i = P_{\Sigma} / P_{ni} \quad (2.3)$$

$$K_{i.ум} = \Sigma K_{ii} \cdot P_{ni} / \Sigma P_{ni} \quad (2.4)$$

(кейинги ҳисобларда  $\Sigma P_{ni} = P_{\Sigma}$  деб белгилаш киритамиз).

бу ерда  $P_{\Sigma}$  - энг катта юкланган сменадаги ўртача қувват ;  $P_{ni}$  - ЭИ ларнинг номинал қувватлари.

2. Максимум коэффициенти  $K_m$  қуйидаги формула билан ифодаланади

$$K_m = P_x / P_{\Sigma} \quad (2.5)$$

Максимум коэффициент амалий ҳисобларда  $K_m = f(K_i, u, m, n)$  графиклардан топилади (2.2 - жадвал). 3. Гуруҳдаги ЭИ ларнинг эффектив (келтирилган) сони  $n_3$  қуйидаги формула орқали топилади:

$$n_3 = (\sum P_{i1})^2 / \sum P_{i2}^2 \quad (2.6)$$

$n_3$  ning физик маъноси қуйидагича: бир хил иш режимига эга ва қувватлари тенг бўлган  $n_3$  сонли ЭИ лар юкласи турли иш режимли ва ҳар хил қувватли  $n$  сонли ЭИ лар максимал юкласига тенг бўлади.  $n_3$  ни ҳисоблашнинг тақрибий (соддалаштирилган) йўллари ҳам мавжуд. Агар энг катта ЭИ қувватининг энг кичик ЭИ қувватига нисбати

$$m = P_{i, \max} / P_{i, \min} < 3 \quad (2.7)$$

бўлса,  $n_3 \approx n \geq 4$  қабул қилиниши мумкин.  $m$  сонини аниқлашда қувватлари йиғиндиси умумий қувватнинг 5% дан ошмайдиган майда ЭИ лар ҳисобга олинмайди.

2.1-жадвал.  $n_3^*$  ни аниқлаш.

$n_1$	$n_2$																		
	1.0	0.96	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
0.005	0.005	0.008	0.006	0.007	0.007	0.009	0.010	0.011	0.013	0.016	0.019	0.024	0.030	0.039	0.051	0.073	0.111	0.18	0.34
0.01	0.009	0.011	0.001	0.013	0.018	0.017	0.019	0.023	0.028	0.031	0.037	0.047	0.059	0.076	0.10	0.14	0.20	0.29	0.52
0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.14	0.19	0.26	0.36	0.51	0.71
0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.16	0.21	0.27	0.36	0.48	0.64	0.81
0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22	0.27	0.34	0.44	0.57	0.72	0.86
0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.16	0.18	0.22	0.26	0.33	0.41	0.51	0.64	0.79	0.93
0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.10	0.12	0.13	0.16	0.18	0.21	0.26	0.31	0.38	0.47	0.58	0.70	0.83	0.92
0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.22	0.26	0.31	0.34	0.40	0.48	0.57	0.68	0.79	0.89	0.94
0.10	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.26	0.31	0.34	0.40	0.47	0.56	0.66	0.76	0.85	0.92	0.95
0.15	0.14	0.16	0.17	0.20	0.22	0.26	0.28	0.32	0.37	0.43	0.48	0.56	0.67	0.78	0.87	0.93	0.93	0.96	
0.20	0.19	0.21	0.23	0.26	0.29	0.33	0.37	0.42	0.47	0.54	0.64	0.69	0.76	0.83	0.89	0.93	0.95		
0.25	0.24	0.26	0.29	0.32	0.36	0.41	0.45	0.51	0.57	0.64	0.71	0.78	0.85	0.90	0.93	0.96			
0.30	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.48	0.53	0.60	0.66	0.75	0.80	0.86	0.90	0.94	0.96				
0.35	0.35	0.37	0.41	0.45	0.50	0.56	0.62	0.68	0.74	0.81	0.86	0.91	0.94	0.96					
0.40	0.38	0.42	0.47	0.52	0.57	0.63	0.69	0.75	0.81	0.86	0.91	0.95	0.96						
0.45	0.43	0.47	0.52	0.58	0.64	0.70	0.76	0.81	0.87	0.91	0.95	0.96							
0.50	0.48	0.53	0.58	0.64	0.70	0.76	0.82	0.89	0.91	0.94	0.96								
0.55	0.52	0.57	0.63	0.69	0.76	0.83	0.87	0.91	0.94	0.96									
0.60	0.57	0.63	0.69	0.76	0.81	0.87	0.91	0.94	0.96										
0.65	0.62	0.68	0.74	0.81	0.86	0.91	0.94	0.96											
0.70	0.66	0.73	0.80	0.86	0.90	0.94	0.96												
0.75	0.71	0.78	0.85	0.90	0.93	0.96													
0.80	0.76	0.83	0.89	0.94	0.96														
0.85	0.80	0.88	0.93	0.96															
0.90	0.85	0.92	0.96																
0.1	0.96																		

Авар  $m > 3$  ва  $K_1, u_m > 0,2$  бўлса, кўйидаги формула ишлатилди:

$$n_0 = 2 \sum P_{i1} / P_{i, \text{макс}} \quad (2.8)$$

бу ерда  $P_{i, \text{макс}} = 1 - \text{гўруҳдан энг катта ЭИ нинг кўявати}$ .

Авар  $m > 3$  ва  $K_1, u_m \leq 0,2$  бўлса, леки топиш учун 2.1-жадвалдан кўйидагира фойдаланилади. Энг катта номинал кўяват  $P_{i, \text{макс}}$  олинб, кўявати  $0,5 \cdot P_{i, \text{макс}}$  га тенг ва ундан катта ЭИ дар сонин  $n$  ва кўяватлари йиғиндисини  $P_1$  топилади ҳақда  $n! = n!$  ва  $P_1 / P_{i, \text{макс}}$  катталар ҳисобланади.  $n!$  ва  $P_1 * 2,1$ -жадвалдан  $n^*$  олинади.  $n = n^* + n$  формуладан  $n$  топилади.

2.2-жадвал Максимум коэффициентларини аниқлаш

№	$F_{\text{к. уш. эа}} F_{\text{к. уш. эа}} / F_{\text{к. уш. эа}}$									
	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	
4	3.43	3.11	2.64	1.14	1.87	1.65	1.46	1.29	1.14	
5	3.23	2.87	2.42	2.0	1.76	1.57	1.41	1.26	1.12	
6	3.03	2.64	2.24	1.88	1.55	1.51	1.37	1.23	1.10	
7	2.88	2.48	2.10	1.80	1.58	1.45	1.33	1.21	1.09	
8	2.72	2.31	1.99	1.72	1.52	1.40	1.30	1.20	1.08	
9	2.56	2.20	1.90	1.65	1.47	1.37	1.28	1.18	1.08	
10	2.42	2.10	1.84	1.60	1.43	1.34	1.26	1.16	1.07	
12	2.24	1.96	1.75	1.52	1.36	1.28	1.23	1.15	1.07	
14	2.10	1.85	1.67	1.45	1.32	1.25	1.20	1.13	1.07	
16	1.99	1.77	1.61	1.41	1.28	1.23	1.18	1.12	1.07	
18	1.91	1.70	1.55	1.37	1.26	1.21	1.15	1.11	1.06	
20	1.84	1.65	1.50	1.34	1.24	1.20	1.15	1.11	1.06	
25	1.71	1.55	1.40	1.28	1.21	1.17	1.14	1.10	1.06	
30	1.62	1.46	1.34	1.24	1.19	1.16	1.13	1.10	1.05	
35	1.56	1.41	1.30	1.21	1.17	1.15	1.12	1.09	1.05	
40	1.50	1.37	1.27	1.19	1.15	1.13	1.12	1.09	1.05	
45	1.45	1.33	1.25	1.17	1.14	1.12	1.11	1.08	1.04	
50	1.32	1.30	1.23	1.16	1.13	1.11	1.10	1.08	1.04	
60	1.27	1.25	1.19	1.14	1.12	1.11	1.09	1.07	1.03	
70	1.25	1.20	1.17	1.12	1.10	1.10	1.09	1.06	1.03	
80	1.25	1.20	1.15	1.11	1.10	1.10	1.08	1.06	1.03	
90	1.23	1.18	1.13	1.10	1.09	1.09	1.08	1.05	1.02	
100	1.21	1.17	1.12	1.10	1.08	1.08	1.07	1.05	1.02	
120	1.19	1.16	1.12	1.09	1.07	1.07	1.07	1.05	1.02	
140	1.17	1.15	1.11	1.08	1.06	1.06	1.06	1.05	1.02	
160	1.16	1.13	1.10	1.08	1.05	1.05	1.05	1.04	1.02	
180	1.16	1.12	1.10	1.08	1.05	1.05	1.05	1.04	1.01	
200	1.15	1.12	1.09	1.07	1.05	1.05	1.05	1.04	1.01	

$n_3 > 200$  бўлса  $K_{и.ум}$  ҳар қандай қийматда ҳам  $n_3 = n$ ;  $K_{и} > 0.8$  бўлса,  $n_3$  нинг ҳар қандай қийматида ҳам  $K_{м} = 1$  ва  $P_x = P_{\Sigma}$ .

$K_{м} = f(n_3, K_{и.ум})$  қийматлари 2.2-жадвалда келтирилган.

Кўриб чиқилган ҳисобий коэффициентлар ёрдамида ҳисобланган электр юкламаларини аниқлаймиз:

Ҳисобий актив юклама (2.4) формуладан топилади:

$$P_x = K_{м} \cdot P_{\Sigma M} \quad (2.9)$$

бу ерда 
$$P_{\Sigma M} = \sum_{i=1}^n K_{иi} \cdot P_{иi} \quad (2.10)$$

Ҳисобий реактив юклама:

$$\begin{aligned} Q_x &= 1.1 \cdot Q_{\Sigma M}, \text{ агар } n_3 \leq 10 \text{ бўлса,} \\ Q_x &= Q_{\Sigma M}, \text{ агар } n_3 > 10 \text{ бўлса,} \end{aligned} \quad (2.11)$$

бу ерда: 
$$Q_{\Sigma M} = \sum_{i=1}^n K_{иi} \cdot P_{иi} \cdot \operatorname{tg}\varphi_i \quad (2.12)$$

$\operatorname{tg}\varphi$  нинг қиймати ЭИ ёки уларнинг гуруҳлари учун маълумотномадан олинади.

ЭИ лар гуруҳининг ҳисобий тўла қуввати:

$$S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2} \quad (2.13)$$

Ҳисобий ток:

$$I_x = S_x / (\sqrt{3} \cdot U_{и}) \quad (2.14)$$

(2.9) ва (2.11) формулалар бўйича ( $K_{и}$  ва  $K_{м}$  бўйича) юкламалар ўзгарувчан иш графигига эга бўлган ЭИ ва И лар учун аниқланади.

Ўзгарувчан иш режимида металл қирқиш станоклари, кранлар, темирчилик штамповка машинналари ва пресслар, пайвандлаш машиналари ишлайди.

## 2.4. Талаб коэффициенти ( $K_t$ ) бўйича юкламалар ҳисоби

$K_t$  қуйидаги формула билан ёзилади:

$$K_t = P_x / P_{и\Sigma} \quad (2.15)$$

бу ерда  $K_t$  нинг қиймати алоҳида ЭИ лар ва уларнинг гуруҳлари учун маълумотнома китобидан олинади.

Талаб коэффициенти бўйича юкламалар ҳисоблашда (2.9)-формуладан ҳисобий актив қувват топилади:

$$P_x = \sum_{i=1}^n K_{ti} \cdot P_{иi} \quad (2.16)$$

Ҳисобий реактив қувват:

$$Q_x = \sum_{i=1}^n K_{ti} \cdot P_{иi} \cdot \operatorname{tg}\varphi_i \quad (2.17)$$

(2.16) ва (2.17) бўйича (Кт бўйича) юкламалар ўзгармас иш графигига эга ЭИ ва Илар учун аниқланади. Ўзгармас иш режимида насослар, вентиляторлар, компрессорлар, тўқимачилик станоклари ва бошқалар ишлайди.

### 2.5. Бир фазали ЭИ ва И нинг юкламаларини ҳисоби

Бир фазали ЭИ ва И фаза кучланишига ёки фазалараро кучланишга уланиши мумкин.

Агар битта бир фазали S1 юклама фазалараро кучланишга, масалан, А ва В фазаларга уланган бўлса, уч фазали эквивалент юклама қуйидагича топилади.

$$S_0 = \sqrt{3} S \quad (2.18)$$

S1 юклама фаза кучланишига, масалан, А - О фаза кучланишига уланса, эквивалент уч фазали юклама:

$$S_0 = 3 \cdot S1 \quad (2.19)$$

UAB ва UBC кучланишларга уланган 2 та юклама тоқларида В фазаинг тоқи

$$I_B = \sqrt{I_{AB}^2 + I_{BC}^2 + I_{AB} \cdot I_{BC}} \quad (2.20)$$

Агар турли фазалараро кучланишларга уланган 3 та турли юкламалар учун S1 > S2 > S3 бўлса, энг юклаган фаза S1 ва S2 орасида бўлади:

$$S_0 = \sqrt{3} \cdot \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_1 \cdot S_2} \quad (2.21)$$

Масалан, 40, 30 ва 20 кВА юкламалар учун ( cosφ лари бир - бирига яқин ҳолда ) :

$$S_0 = \sqrt{3} \cdot \sqrt{40^2 + 30^2 + 40 \cdot 30} = 105 \text{ кВА} \quad (2.22)$$

Агар 3 та ҳар хил юклама фаза кучланишларига уланган бўлса, S1 > S2 > S3 ҳол учун:

$$S_0 = 3 \cdot S1$$

Агар 1 фазали ЭИ лар сони 3 тадан ортиқ бўлса, ЭТС схемасини тузишда уларни қувватлари бўйича учала фазага имкони борича тенг қилиб тақсимлаш керак. Агар бунда фазалар орасидаги нотекислик 15% дан кам бўлса, 1 фазали ЭИ ва И лар симметрик деб ҳисобланиб, 3 фазали ЭИ ва И лар билан бирга юкламаси ҳисобланади. Агар бир фазали қувватларнинг фазалар бўйича фарқи 15 % дан ортиқ бўлса, симметрик ва носимметрик юкламалар алоҳида ҳисобланади.

Бир фазали ЭИ ларнинг уланиши натижасидаги носимметрия 15 % дан ортиқ бўлгандаги юкламаларни ҳисоблашни кўриб чиқамиз. Бунда фазаларнинг ўртача максимал қувватлари топилади ва уларнинг энг каттаси учга кўнайтирилиб, эквивалент уч фазали ўрта максимал қиймат белгиланади.

Фазаларнинг ўртача максимал қуввати қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned}
 P_{\Sigma M(A)} &= K_{II} \cdot P_{AB} \cdot \rho_{(AB)A} + K_{II} P_{AC} \cdot \rho_{(AC)A} + K_{II} P_{AO} \\
 P_{\Sigma M(B)} &= K_{II} \cdot P_{AB} \cdot \rho_{(AB)B} + K_{II} P_{BC} \cdot \rho_{(BC)B} + K_{II} P_{BO} \\
 P_{\Sigma M(C)} &= K_{II} \cdot P_{AC} \cdot \rho_{(AC)C} + K_{II} P_{BC} \cdot \rho_{(BC)C} + K_{II} P_{CO} \\
 Q_{\Sigma M(A)} &= K_{II} \cdot P_{AB} \cdot \rho_{(AB)A} + K_{II} P_{AC} \cdot \rho_{(AC)A} + K_{II} P_{AO} \cdot \operatorname{tg}\varphi_0 \\
 Q_{\Sigma M(B)} &= K_{II} \cdot P_{AB} \cdot \rho_{(AB)B} + K_{II} P_{BC} \cdot \rho_{(AC)B} + K_{II} P_{BO} \cdot \operatorname{tg}\varphi_0 \\
 Q_{\Sigma M(C)} &= K_{II} \cdot P_{AC} \cdot \rho_{(AC)C} + K_{II} P_{BC} \cdot \rho_{(BC)C} + K_{II} P_{CO} \cdot \operatorname{tg}\varphi_0
 \end{aligned} \quad (2.23)$$

бу ерда:  $K_{II}$  ва  $K_{II}$  - фазалараро ва фаза қучланишига уланган ЭИ ларнинг ишлатиш коэффициентлари ( $P_{(AB)A}, \dots, q_{(AB)A}, \dots; q_{(AB)A}$  - келтириш коэффициентлари фазалараро қучланишига уланган ЭИ лар қувватини алоҳида фазаларга келтириш коэффициенти бўлиб, уларнинг қий-матлари  $\cos\varphi$  га боғлиқ ҳолда Э - жадвалда келтирилади.

2.3-жадвал. Келтириш коэффициентларини аниқлаш

Келтириш коэффициентлари	юкламанинг қувват коэффициенти $\cos\varphi$							
	0.4	0.5	0.6	0.65	0.7	0.8	0.9	1.0
$P_{(AB)A}; P_{(BC)B}; P_{(CA)C}$	0.17	1.0	0.89	0.84	0.8	0.72	0.64	0.5
$P_{(AB)B}; P_{(BC)C}; P_{(CA)A}$	0.17	0	0.11	0.16	0.2	0.28	0.36	0.5
$Q_{(AB)A}; Q_{(BC)B}; Q_{(CA)C}$	0.86	0.58	0.38	0.3	0.22	0.09	-0.05	-0.29
$q_{(AB)B}; q_{(BC)C}; q_{(CA)A}$	1.44	1.16	0.96	0.88	0.8	0.67	0.53	0.29

$\operatorname{tg}\varphi_0$  - фаза қучланишига уланган ЭИ қувват коэффициенти.

$P_{\Sigma M'A}, P_{\Sigma M'B}$  ва  $P_{\Sigma M'C}$  қувватларининг энг каттасини таълаб олиб, шу бўйича эквивалент уч фазали ўртача максимал қувватни тонамиз.

Масалан:  $P_{\Sigma M'C} > P_{\Sigma M'B} > P_{\Sigma M'A}$  бўлсин. Унда  $P_{\Sigma M} = 3P_{\Sigma M'C}$

Бир фазали ЭИ ларнинг эффе́ктив сони қуйидагича топилади :

$$n_{\Sigma} = 2 \sum_{i=1}^n n_i / (3P_{n, \max}) \quad (2.24)$$

бу ерда  $P_{n, \max}$  - бир фазали ЭИ лар қувват ичидан энг катта номинал қувват;

Умумий ишлатиш коэффициенти:

$$K_{II, \Sigma M} = \frac{P_{\Sigma M}}{(P_{BC} + P_{CA}) : 2 + P_{CO}} \quad (2.25)$$

бу ерда  $P_{BC}$  ва  $P_{CA}$  - BC ва CA фазалараро қучланишларга уланган,  $P_{CO}$  - C фазаси ва O га уланган I фазали ЭИ лар номинал қувватлари йиғиндиси.

$n_{\Sigma}$  ва  $K_{II, \Sigma M}$  бўйича  $K_M$  ни тошиб,  $P_X$  ва  $Q_X$  ни аниқлаймиз :

$$P_X = K_M \cdot P_{\Sigma M} - \text{ҳисобий актив қувват}, \quad (2.26)$$

$$Q_X \approx Q_{\Sigma M} - \text{ҳисобий реактив қувват}. \quad (2.27)$$

## 2.6. Юкламалар ҳисоблашнинг ёрдамчи услублари

### 2.6.1. Маҳсулот бирлигини ишлаб чиқариш учун сарфланган электр энергияси бўйича юклама ҳисоблаш

Ҳисоблар қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$P_x = (M \cdot W_{\text{СОЛ}}) / T_m \quad (2.28)$$

бу ерда:  $W_{\text{СОЛ}}$  - солиштирма электр миқдори (кВтс/1маҳс.бирлиги);

$M$  - бир йилда чиқарилган маҳсулотнинг миқдори;  $T_m$  - актив қувват максимумидан фойдаланиш йиллик соатлар сони (маълумотномада келтирилади);

Бундай йўл билан корхоналар бўйича умумий юкламалар топилади.

### 2. Қувват зичлиги бўйича юкламаларни ҳисоблаш

Ҳисоблар қуйидаги формула бўйича бажарилади:

$$P_x = K_T \cdot P_{\text{СОЛ}} \cdot a \cdot b \cdot 10^{-3} \quad (2.29)$$

бу ерда  $a$  ва  $b$  - цехнинг бўйи ва эни, [м];  $P_{\text{СОЛ}}$  - солиштирма қувват зичлиги [Вт/м<sup>2</sup>], маълумотномада келтирилади.

Бу усул кўпроқ ёритиш юкламаларини ҳисоблаш учун ишлатилади.

Ёритиш юкламалар учун:

$$P_{x,\text{ЕРИТ}} = K_{T,\text{ЕРИТ}} \cdot a \cdot b \cdot P_{\text{СОЛ}} \cdot 10^{-3} \quad (2.30)$$

### 3. Юклама графикларидан фойдаланиб ҳисоблаш

Суткалик графиклар маълум бўлса, ҳисобланган қувватни қуйидагича топиш мумкин:

$$P_x = P_y + 3\sigma \quad (2.31)$$

бу ерда  $P_y$  - график бўйича ўртача қувват;  $\sigma$  - ўртача квадратик охиш.

### 2.7. Энг катта иш юкламаларни топиш

Алоҳида олинган моторлар учун энг катта иш токи юргизиш токидир:  $I_{\text{ЭКИЮ}} = I_{\text{ЮРГ}}$

Юргизиш токи қуйидагича топилади.

$$I_{\text{ЮРГ}} = K_{\text{Ю}} \cdot I_n \quad (2.32)$$

бу ерда  $I_n$  - номинал ток, А;  $K_{\text{Ю}}$  - юргизиш токнинг карралиги (маълумотнома китобларда берилади).

Моторнинг номинал токи маълумотнома китобларида берилади ёки қуйидаги формула бўйича топилади:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n} \quad (2.33)$$

бу ерда:  $P_n$  - моторнинг номинал қуввати;  $U_n$  - номинал қувватнинг;  $\cos \varphi_n$  - номинал қувват коэффициенти;  $\eta_n$  - номинал фойдали иш коэффициенти.

Электр пайвандлаш машиналарининг энг катта иш юкламаси:

$$S_{\text{ЭКИЮ}} = U_{\text{МАРС}}^2 \cdot I_{\text{МАРС}} \quad (2.34)$$

ЭИ гуруҳи учун энг катта иш юкламалари:

$$I_{ЭИНО} = I_X + I_{ЮР.МАКС} \quad (2.35)$$

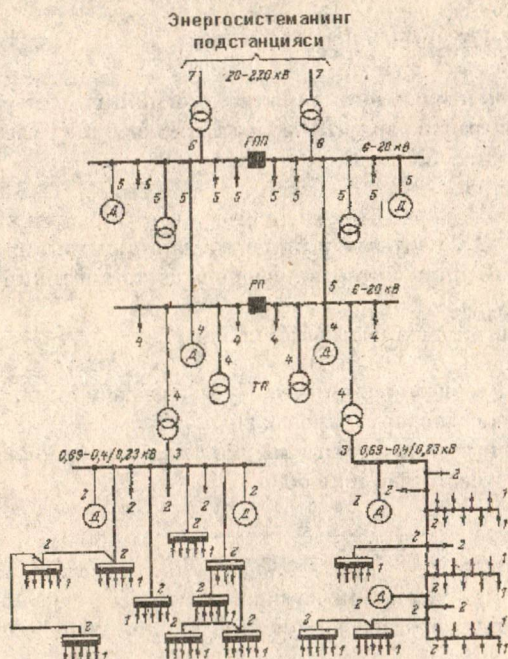
бу ерда  $I_X$  - гуруҳнинг ҳисобланган токи, А;  $I_{ЮР.МАКС}$  - гуруҳдаги ЭИ ларнинг энг катта юргизиш токи.

## 2.8. Электр таъминоти системасининг турли поғоналаридаги электр юкларини топиш

Корхона электр таъминоти системасининг бир чизиқли схемасида юкларнинг ҳисоблангани керак бўлган сатҳларни (нуқталарни) белгилаб чиқамиз (2.1-расм).

1). Кучланиши 1000 В гача бўлган битта ЭИ томонидан ҳосил қилинадиган юклар шу ЭИ га ўтказиладиган кабель ёки симни кесим юзасини ва ҳимоя - коммутация аппаратини танлаш учун топилади. Бу юклар шу ЭИ нинг номинал токига тенг деб қабул қилинади:  $I_X = I_N$

2) ЭИ лар гуруҳининг юкларини топиш. "I" рақами билан гуруҳ тарқатиш пункти (РП) ни белги-лаймиз. Бу ерда РП ни таъминловчи кабелни ва ҳимоя аппаратини танлаш учун керак бўлган гуруҳнинг ҳисобий токини аниқлаймиз. Цех электр таъминоти



2.1- расм. Корхона электр таъминоти системасининг бир чизиқли схемасида юкларини ҳисоблаш сатҳлари.



тизимда бундай гуруҳлардан бир нечта бўлади. Юкламалар ҳисоблашда ЭИ лар гуруҳларини ташкил этиш масаласи ечилади. Гуруҳларга кирувчи ЭИ лар ўзаро яқин жойлашган бўлиб, ўриштириш учун мўлжалланган РП олдиндан танланади. РП даги чизиқли автоматлар сони гуруҳга киритилган ЭИ лар сонига тенг бўлиши керак (ЭИ лар сони ихтиёрий равишда олинади). Агар гуруҳга кирувчи ЭИ лар сони  $n \geq 3$  бўлса, гуруҳнинг ҳисобланган токи ЭИ лар номинал тоқлари йиғиндисига тенг.

$$I_X = I_{H1} + I_{H2} + I_{H3} \quad (2.36)$$

ЭИ лар сони  $n > 3$  бўлганда гуруҳнинг ҳисобий юкмаси ( $I_X$ )  $K_M$  ёки  $K_T$  орқали топилади.

3). ТП трансформаторларининг паст кучланишли (ПК) томонидаги цех юкламаларини топиш.

Агар ҳисоблар  $K_T$  бўйича бажарилган бўлса, цех бўйича куч юкламалари  $P_{X,квч}$  ва  $Q_{X,квч}$  гуруҳлар юкламаларининг йиғиндисига тенг. Агар гуруҳларнинг юкламалари  $K_M$  бўйича топишган бўлса, уларнинг юкламаларини қўйишга йўл қўйилмайди. Бу ерда цех учун умумий  $K_{H,ум}$ ,  $n$  ва  $K_M$  топилади ва цехнинг куч юкламалари  $P_{X,квч}$  ва  $Q_{X,квч}$  ни топилади. Ўриштириш юкламалари  $P_{X,ЕРИТ}$ ,  $Q_{X,ЕРИТ}$  ва конденсатор батареяси қуввати  $Q_K$  ни ҳисобланади.

Умумцех бўйича ҳисобланган актив қувват :

$$P_{XЦ} = P_{X,квч} + P_{X,ЕРИТ} \quad (2.37)$$

Умумцех бўйича ҳисобланган реактив қувват

$$Q_{XЦ} = Q_{X,квч} + Q_{X,ЕРИТ} - Q_K \quad (2.38)$$

Бу ерда  $P_{X,квч} = K_M \cdot P_{\Sigma M}$  ёки  $P_{X,квч} = K_T \cdot P_H$ ;  $Q_{X,квч} = Q_{\Sigma M}$  ёки

$$Q_{X,квч} = P_{X,квч} \cdot \operatorname{tg}\varphi; \quad P_{X,ЕРИТ} = K_{T,ЕРИТ} \cdot P_{ЕРИТ}; \quad Q_{X,ЕРИТ} = P_{X,ЕРИТ} \cdot \cos\varphi_{ЕРИТ};$$

$$Q_K = P_{\Sigma \text{фил}} (\operatorname{tg}\varphi_{\Sigma \text{фил}} - \operatorname{tg}\varphi_{\text{МЕЬЕР}}) \quad [P_{\Sigma \text{фил}} = W_{\text{фил}}/T_{\text{фил}}; \operatorname{tg}\varphi_{\Sigma \text{фил}} = V_{\text{фил}}/W_{\text{фил}}; \operatorname{tg}\varphi_{\text{МЕЬЕР}} = 0.33 - \text{қувватнинг коэффициентини меъёрий қиймати}].$$

Цехнинг ҳисобий тўла қуввати :

$$S_{XЦ} = \sqrt{P_{XЦ}^2 + Q_{XЦ}^2} \quad (2.39)$$

Ҳисобий ток :

$$I_{XЦ} = \frac{S_{XЦ}}{\sqrt{3}U_H} \quad (2.40)$$

бу ерда  $U_H = 0.38$  кВ га тенг.

$S_{XЦ}$  қуввати ТП трансформаторларини танлаш учун,  $I_{РЦ}$  токи ТП нинг 0.4/0.23 кВли тарқатиш қурилмасидаги кириш автоматини танлаш учун ишлатилади.

4). Цех подстанциясининг юқори кучланишли (ЮК) чўлғами томонидаги юкламаларни аниқлаш.

Бу ҳисоблар ТП трансформаторларидаги актив ва реактив қувват йўқотишларини ҳисобга олиб бажарилади:

$$S_{X,TP,ЮК} = \sqrt{(P_{x,x} + \Delta P_{TP})^2 + (Q_{x,x} + \Delta Q_{TP})^2} \quad (2.41)$$

$$\text{бу ерда } P_{TP} = \Delta P_{\text{сЮ}} + K_{\text{в}}^2 \cdot \Delta P_{\text{кТ}}$$

$$Q_{TP} = (I_{\text{сЮ}} + K_{\text{в}}^2 \cdot I_{\text{к}}) St / 100$$

$$I_{X,TP,ЮК} = S_{X,TP,ЮК} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}, \text{ бу ерда } (U_{\text{н}} = 6 \div 10 \text{ кВ}).$$

5). БПП нинг 6÷10 кВ ли тарқатиш қурилмасига уланувчи юқори кучланишли ЭИ ларнинг юкламалари аниқланади. Буларга 6÷10 кВ ли катта қувватли АД, СД ва бошқалар қиради.

6). Бош пасайтувчи подстанциянинг 6÷10 кВ томонидаги юкламаларини аниқлаш.

Бу ерда корхона цехларининг 380 В ли ва 6÷10 кВ ли юкламалари ҳамда юқори кучланишли СД нинг ва конденсатор батареяларининг қуввати ҳисобга олинади.

Корхонанинг умумий ҳисобланган актив қуввати  $P_{X,к.}$  ва реактив қуввати  $Q_{X,к.}$ :

$$P_{X,к} = \sum P_{XЦ} + \sum \Delta P_{TP} + \sum P_{XЮК} \quad (2.42)$$

$$Q_{X,к} = \sum Q_{XЦ} + \sum \Delta Q_{TP} + \sum Q_{XЮК} - \sum Q_{КБЮК} + \sum Q_{СД} \quad (2.43)$$

бу ерда  $\sum P_{XЮК}$  ва  $\sum Q_{XЮК}$  - юқори кучланишли электр юкламалари,  $K_{\text{н}}$  ёки  $K_{\text{т}}$  бўйича топилади.  $Q_{КБЮК}$  - 6÷10 кВ ли конденсатор батареяларининг қуввати,  $Q_{СД}$  - 6÷10 кВ ли СД ларнинг тармоққа бериши мумкин бўлган реактив қуввати.

$$Q_{\text{пм}} = \frac{\alpha_{\text{ж}} P_{\text{н}} \text{tg} \varphi_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}} \quad (2.44)$$

бу ерда  $\alpha_{\text{ж}} = 1.1 \div 1.4$  мотор конструкциясига боғлиқ коэффициент.

$P_{\text{н}}$ ,  $\text{tg} \varphi_{\text{н}}$  ва  $h_{\text{н}}$  - СД нинг номинал қуввати, қувват ва фойдали иш коэффициент (ф.и.к.) лари.

Корхонанинг ҳисобий тўла қуввати ва токи

$$S_{X\text{е}} = \sqrt{P_{X\text{к}}^2 + Q_{X\text{к}}^2} \quad (2.45)$$

$$I_{X\text{е}} = \frac{S_{X\text{к}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}}} \quad (2.46)$$

бу ерда  $U_{\text{н}} = 6 \div 10$  кВ.

$S_{X,к.}$  ва  $I_{X,к.}$  қийматлари БПП трансформаторларини ва 6÷10 кВ ли РП даги кириш узгичини танлаш учун керак.

7). БПП нинг юқори кучланишли томонидаги юкламаларини топиш. Бу ерда БПП трансформаторларидаги қувват йўқотишларини ҳисобга олинади ва ҳисобий ток топилади.

$$I_{\text{х.к}} = \frac{\sqrt{(P_{\text{вх}} + \Delta P_{\text{пт}})^2 + (Q_{\text{вх}} + \Delta Q_{\text{пт}})^2}}{\sqrt{3}U_{\text{н}}} \quad (2.47)$$

бу ерда  $U_{\text{н}} = 35 \div 110$  кВ

$I_{\text{х.к}}$  бўйича БПП га район подстанциясидан ўтказиладиган таъминловчи линиялар таяланади.

### 3 - БОБ. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ 1000 В ГАЧА КУЧЛАНИШИ ОСТИДА ТАРҚАТИШ

#### 3.1. Цех электр тармоқларига қўйиладиган талаблар

Кучланиши 1000 В гача бўлган электр тармоқларига қўйидаги талаблар қўйилади :

1. Технологик жараёндан келиб чиқадиган техник талаблар;
2. Муҳит шароити талаблари;
3. Иқтисодий талаблар.

Техник талабларга ҳисобий юкламалар миқдори, кучланиш қиймати, ишончлик даражаси, частота, фазалар сони ва бошқалар киради. Масалан, кабель кесим юзасини таялаш учун ҳисобий ток, трансформатор қувватини таялаш учун ҳисобий тўла қувват техник талабларга киради.

Муҳит шароити электр қурилмаларнинг конст-рукциясини таялашда муҳим роль ўйнайди. Муҳит шароити ҳақида кейинги мавзуда кенг-роқ ўрганилади.

Ҳар қандай электр қурилмаси учун иқтисодий кўрсаткичлар асосий талаблардан биридир, чунки техник талабларга қанчалик яхши жавоб бермасин, электр қурилмаси иқтисодий томонидан тежамли бўлмаса, у қатнашаётган технологик жараён қиммат маҳсулот ишлаб чиқаради ва келажаги бўлмайди. Шунинг учун электр жиҳозининг ёки ЭТС параметрининг техника талабларига жавоб берувчи бир неча варианты мавжуд бўлса, улар ичидан иқтисодий кўрсаткичлари энг юқориси таялаб олинади. Таялаш техника - иқтисодий ҳисоблар асосида олиб борилади. Бу ҳисобларда электр қурилмасини ўрнатиш учун кетган капитал қўйилмалар  $K$  ва эксплуатацион сарфлар  $C$  топилади, капитал қўйилмалар  $K$  электр қурилмасини ташкил этувчи электр жиҳозларининг прейскурант қийматларини ёки ЭТС нинг бирор параметрини таъминловчи қурилмалар қийматларини ўз ичига олади.

Эксплуатацион сарфлар иккита ташкил этувчидан - амортизация ажратмалари  $C_a$  ва электр энергияси йўқотишлари қиймати  $C_{\text{и}}$  дан иборат :

$$C = C_a + C_{\text{и}} \quad (3.1)$$

$C_a$  қиймати хар бир электр жиҳози учун амортизация коэффициенти ра ёрдамидан капитал қўйилмалар қиймати орқали топилади.

$$C_a = P_a \cdot K \quad (3.2)$$

Электр энергияси қиймати Сй йўқотишлари электр қурилмасига кирувчи жиҳозлардаги актив ва реактив энергия йўқотишлари қийматидан иборат. Бу йўқотишлари қийматларини аниқлаш йўллари кейинги мавзуларда батафсил кўриб чиқилади.

### 3.2. Куч ва ёритиш электр ишлатувчиларини таъминлаш схемалари

Маълумки, куч юктамалари - куч ЭИ лари томонидан ҳосил қилинади. Буларга электр моторлари, печлар, пайвандлаш машиналари ва бошқалар киради.

Куч ва ёритиш ЭИ ларининг таъминлаш схемаси куч ЭИ ларининг иш режимига ва кучланиши қийматига боғлиқ.

Маълумки, ёритиш асбоблари учун 220 В кучланиш талаб қилинади. Қуввати 200 кВт (400 кВт) гача бўлган ЭИ лар учун 380 В ёки 660 В кучланишлар ишлатилади.

Иш режими ва кучланишга боғлиқ ҳолда куч ва ёритиш электр ишлатувчиларининг биргаликда таъминлаш ва алоҳида таъминлаш схемалари ишлатилади.

Биргаликда таъминлашда куч ЭИ лари ва ёритиш системаси учун битта умумий трансформатор ишлатилади. Алоҳида таъминлаш схемасида куч ва ёритиш учун алоҳида (2та) трансформаторлар ишлатилади.

ЭРС ни лойиҳалашда қуйидаги кучланиш вариантлари бўлиши мумкин:

а). Алоҳида таъминлашда :

1. Куч ЭИлари учун 380 В, ёритишга 380/220 В.
2. Куч ЭИлари учун 660 В, ёритиш учун 380/220 В.

б). Биргаликда таъминлашда :

1. Куч ва ёритиш ЭИ лари учун 380/220 В.
2. Куч ЭИ ларининг бир қисми учун 660В, куч ЭИ ларининг қолган қисми ва ёритиш учун 660/380/220 В.

Ҳозирги пайтда, асосан, умумий трансформатордан биргаликда таъминлаш схемаси ишлатилади. Бу схема нисбатан арзон ва содда бўлса ҳам, камчилиги - ҳар қандай I фазали ерга уланиш қисқа туташув бўлиб, ҳимоя аппарати (автомат ёки сақлагич) томонидан ўчирилади. Бу I-тоифага кирувчи ЭИ ва И ларнинг электр таъминотида узулишга олиб келади, чунки бу схемада электр тармоғи ерга уланган нейтрал режимда ишлайди.

Алоҳида таъминлаш схемаси тез ўзгарувчан иш режимли ЭИ лар мавжуд бўлса ишлатилиши мумкин. Маълумки, бундай ЭИ ларга электр пайвандлаш, иштамповка машиналари ва пресслар ҳамда тез-тез юргизиб-ўчирилиб туриладиган катта қувватли (80÷100 кВтдан ортиқ қувватли) моторлар киради. Бундай ЭИ лар ўз ишлари давомида кучланиш тебранишлари ҳосил қилиб, ёритиш тизими ишига салбий таъсир қилади.

Давлат стандарти бўйича, агар кучланиш тебраниши қиймати 1.5 % дан ортмаса, тебранишлар сони чекланмайди. Агар >1.5 % бўлса, соатига йўл қўйиладиган тебранишлар сони  $n$  қўйидагича топилади :

$$n = \frac{6}{\delta U - 1} \quad (3.3)$$

масалан,  $dU = 4$  % бўлган тебранишларнинг сони  $n=2$  тага йўл қўйилади. Кучланиш тебраниши қиймати цех трансформатори ва шу тебранишни ҳосил қилувчи тез ўзгарувчан иш режимли ЭИ қувватлари нисбатига боғлиқ. Масалан, трансформатор қувватининг 10 % ги тенг қувватли мотор ишлаганда, соатига 2 та тебранишга йўл қўйилади. Агар битта пайвандлаш машинасининг қуввати трансформатор қувватининг 15% гача бўлса, биргаликда таъминлаш мумкин. Аммо, бундай машиналардан бир нечта бўлса, уларнинг тебранишлари устма-уст тушиши мумкин бўлгани учун, биргаликда таъминлаш мумкин эмас.

### 3.3. Хоналар ва ташқи қурилмаларнинг муҳит шароити бўйича табақаланиши

Агар ишлаб чиқариш хоналаридаги муҳит шароити электр қурилмаларига бирор зарарли таъсир кўрсатмаса, электр қурилмалари ўз навбатида бирор ҳодиса сабабчиси бўлмаса, бундай хоналар нормал шароитли дейилади.

Булар қуруқ, иситиладиган ёки иситилмайдиган, хоналар бўлиб, уларда коррозия, ёнги ёки портлаш хавфлари йўқ бўлади. Бунга маиший хизмат хоналари, металлари совуқ ҳолда ишлаш цехлари, йиғув, асбоб-созлик ва шунга ўхшаш цехлар киради.

Чанг, нам, кислота ва ишқор буглари бўлиб, улар ўтказгичлар материалга ва изоляциясига емирувчи таъсир кўрсатадиган хоналар коррозия хавфи бор дейилади. Буларга пўлат эритиш ва қўйиш, ёғочсозлик, шлифовкалаш, олтингугурт кислотаси, электролиз цехлари киради.

Ёнги хавфи бор (ЭХ) хоналарда ва ташқи қурилмаларда аланга олганда портлаш содир бўлмайдиган ёнувчи материаллар сақланади ёки ишлатилади. Улар 4 та тоифага бўлинишади.

П-I тоифадаги хоналарда бугларининг ёниб кетиш ҳарорати 45°С дан юқори бўлган ёнувчи суюқликлар сақланади ёки ишлатилади. Буларга ёғ омборлари, подстанцияларнинг ёғ ҳўжаликлари киради.

П-II хоналарида ҳавода учиб юривчи ёнувчи чанг ва толалар ажралиб туради. Буларга ёғочсозлик цехлари, ацетилцеллюлозани майдалаш бўлими, олтингугурт омбори, сероуглерод ишлаб чиқаришдаги олтингугурт эритиш бўлими ва бошқалар киради.

П-III хоналарида қаттиқ ёки толасимон ёнувчи материаллар ишлатилади. Бу тоифага ёғоч детал ва конструкция омборлари, газлама ва қоғоз омборлари киради.

П-III-ёнувчи материаллар сақланувчи очиқ қурилмалар бўлиб, буларда кўмир, торф, ёғоч, минерал ёғлар сақланади.

Портлаш хавфи бор (ПХ) хоналар ёки ташқи қурилмаларда технологик жараён натижасида ёки аварияларда ёнувчи газлар ва буғларнинг ҳаво билан ёки ўзаро портловчи аралашмаси ҳосил бўлади. Буларга яна газ ва чағи билан хавфли ерости шахталар ҳам киради.

Агар шундай қурилмаларда очиқ олов ишлатилса, чўғланиб турувчи қисмлар бўлса ёки ёқилғи ёқилса, улар портлаш бўйича хавфсиз ҳисобланади.

ПХ хоналарининг 5 та синфи ва очиқ қурилмаларининг I та синфи бор. В-I хоналар энг хавфли ҳисобланади. Бу ерда газлар ва буғларнинг портловчи аралашмаси технологик жараёнда ва аварияларда ҳосил бўлади.

В-Ia хоналарда газлар ва буғларининг портловчи аралашмаси фақат аварияларда содир бўлади. В-I ва В-Ia хоналарда метан ёки бензин буғлари ажралиб туради.

В-Iб хоналарда портлашининг пастки чегараси юқори бўлган ёнувчи газлар ишлатилади (15% дан ортиқ) ва улар ўткир ҳиди билан ажралиб туради. Масалан, совутичларнинг компрессорларида ишлатилувчи заҳарли ва портловчи газ аммиак ўткир ҳидга эга ва санитар нормаси бўйича концентрацияси 0,02 Г/л дан ортмаслиги керак; аммиак портловчи аралашма ҳажмининг 15-27% чегарасида бўлиб, олдиндан аниқланиши ва олдини олиш мумкин. Батзан ҳидсиз ва рангсиз портловчи газларга зарарсиз бўлган ўткир ҳидли ва рангли "индикатор" газлар қўшиб ишлатилади.

В-Iг синфига портловчи аралашмалар фақат авария ёки шикастланишлар натижасида ҳосил бўлувчи ташқи қурилмалар киради. Бунда портлашга хавфли зона радиуси тез алангаланувчи суюқликларнинг очиқ қўйини жойларида горизонтал ва вертикал бўйича 20 метрга тенг; ёшиқ технологик қурилмалар учун 3 метр ва нафас олиш клапанлари ва олдиндан сақловчи клапанлар учун 5 метрга тенг.

Портловчи аралашма ҳосил қилувчи ёнувчи чағи ва толалар доим ажралиб турувчи хоналар В-II тоифага ва фақат авариялар натижасида пайдо бўладиган хоналар В-IIIa синфига киради. Буларга пахта ни тозалаш цехлари, ёғ заводларида чиғитни қайта ишловчи бўлимлар киради.

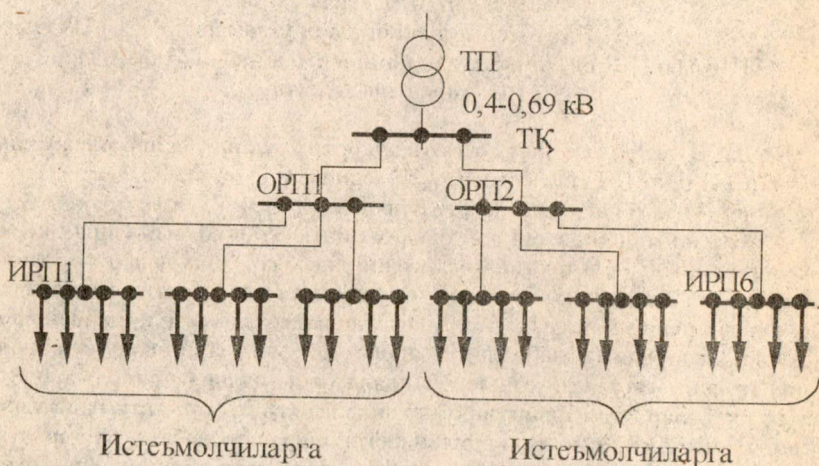
### **3.4. Цех ичида электр энергиясини тарқатиш ва узатиш схемалари**

Wex электр тармоқлари асосан радиал, магистрал ва аралаш схемалари бўйича бажарилади.

Алоҳида электр ишлатувчини таъминловчи тармоқнинг участкаси тармоқланувчи (ответвление) дейилади. ЭИ лар гуруҳини ёки РП лар гуруҳини таъминловчи линия магистрал дейилади. Радиал схемада (3.1-расм) цех подстанцияси (ТП) нинг тақсимлаш қурилмасидан бош тарқатиш пунктлари (БТП) га таъминловчи магистраллар, иккиламчи тарқа

тиш шкафлари (ТШ) га бош БТП дан иккиламчи магистраллар, ТШ дан моторларга тармоқланувчи линиялар ўтказилади. Соф магистрал тармоқ "Трансформатор-магистрал" блоки схемасида қўлланилади. Бу схемада ТПда тақсимлаш қурилмаси ўрнатилмайди, магистрал шинопровод КТП (комплект трансформатор подстанцияси) нинг кириш шкафидаги "Электрон" туридаги автоматга улашиб, тўғри цехга киритилади. Магистрал шинали ўтказгич трассаси бўйича унга тарқатувчи шинали ўтказгичлар уланади. Тарқатувчи шинали ўтказгичларга қуввати  $P_n \leq 80 \div 100$  кВт ли моторлар уланади. Қуввати  $80 \div 100$  кВтдан ортиқ моторлар тўғри магистрал шинали ўтказгичга уланади (3.2-расм).

Битта линияга кетма-кет бир неча мотор ёки тарқатувчи шкафлар уланса, "занжир" схемаси ҳосил бўлади. Бундай ҳар бир магистрал линияга 3-4 та ЭИ уланиши мумкин. Аралаш тарқатиш схемасида тарқатувчи шинали ўтказгичлар ТПнинг РП сиға кабеллар ёрдамида уланади. Бу схеманинг бошқа вариантида магистрал шинали ўтказгичга тарқатувчи пунктлар уланади. Цех электр таъминоти схемасини танлаш муҳим масалалардан биридир. Бу схемани танлашда қуйидагилар ҳисобга олинади:

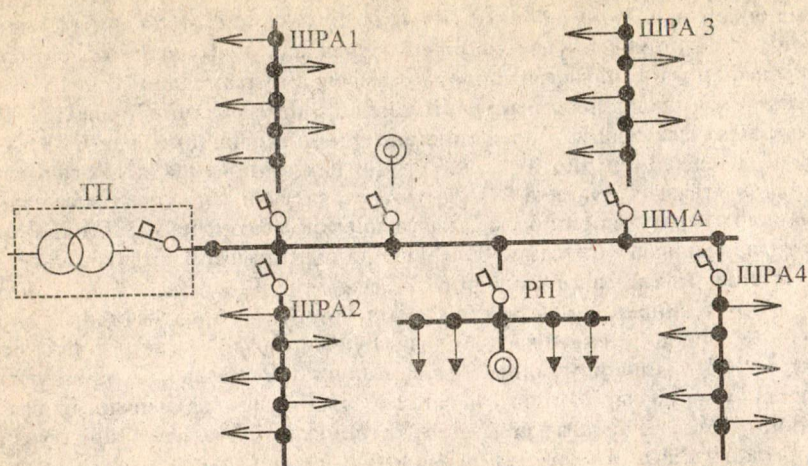


3.1 - расм. Радиал схема.

ОРП1 - ОРП2 - оралиқ тарқатиш пунктлари;

ИРП1 - ИРП6 - иккиламчи тарқатиш пунктлари.

- 1). Цех подстанцияси трансформаторларнинг сони ва қуввати ;
- 2). Цехдаги ЭИ ларнинг қувватлари (тоқлари) ва уларнинг цех режасида жойлашуви ва ишонччилик бўйича тоифаси;



3.2 - расм. Магистрал схема.

ШМА - магистрал шинали ўтказгич;

ШПРА1 - ШПРА4 - тарқатувчи комплектр шинали ўтказгичлар;

РП - тарқатиш пункти.

3). Қуввати 80ё100 кВт ва ундан ортиқ бўлган ЭИ лар мавжудлиги (улар ТП нинг РП сига бевосита уланадилар);

4). Цех хонасининг муҳит шароити.

Бундан ташқари таълаианган схема иқтисодий афзал бўлиши керак. Буни аниқлаш учун техника-иқтисодий ҳисоблар бажарилади. Бу ҳисоблар техника талабларига жавоб берувчи 2 ва ундан ортиқ вариантдаги схемалар мавжуд бўлса бажарилади. Машинасозлик ва тўқимачилик корхоналарида радиал (кабеллар ва тарқатиш пунктлари билан бажарилади) ҳамда магистрал (комплект шинали ўтказгичлар билан бажарилади) схемалар 2 та вариантда кўриб чиқилади ва техника-иқтисодий ҳисоблар қилинади. Кимё ва нефтни қайта ишлашда кабель ва тарқатиш пунктларидан тузилган радиал схема ишлатилади, шунинг учун схема таълашда техника иқтисодий ҳисоблар қилинмайди. Цех электр тармоқларини қуриш учун кабеллар ва изоляцияли симлар, тарқатиш пунктлари, комплект шинали ўтказгичлар ишлатилади.

### 3.5. Кучланиши 1000 В гача бўлган кабель ва симларнинг маркалари

Асосий ток ўтказувчи материаллар бўлган кабель ва симларнинг ток ўтказувчи симлари алюминийдан (70%) ва мисдан ясалади. Мис ўтказгичлар қуйидаги ҳолларда ишлатилади:



- 1). Электр ёй печларининг "қисқа тармоғи" ни бажариш учун;
- 2). Троллей ток ўтказгичлари учун;
- 3). В-1 ва В-1а синфли портлаш хавфи бор хоналар учун;
- 4). 220 кВ ва ундан юқори кучланишли подстанцияларда иккиламчи занжирлар учун;
- 5). Қиздирилган ва эритилган (суyoқ) металл ташувчи кўприк кранлари учун; пўлат ўтказгичлар ҳозирги вақтда, ёйилишга чидамли бўлгани учун, троллей линияларида ишлатилади.

Ток ўтказгичлар учун юқори мустаҳкамликка эга бўлган АМ-31 маркали алюминий қотишмаси ишлатилади. Бу қотишманинг ўтказувчанлиги алюминийдан 13%дан кам, ammo механик чидамлиги пўлатникига яқин.

Симлар ва кабелларнинг маркаларини кўриб чиқамиз. Изоляцияси йўқ симлар ўтказгич материалининг биринчи ҳарфи билан белгиланади; М - мис, А - алюминий, С - пўлат, АС - пўлалюминий. Изоляцияли симлар ва кабелларнинг ўзаро фарқи - уларнинг конструкцион тузилишидадир, кабелнинг конструкцияси мураккаброқ - изоляцияси устидан турли ҳимоя воситалари бор. Буларга кабель қобиғи, зирҳи (броня) ва коррозияга қарши қопламаси киради.

Изоляцияли симлар ва кабелларнинг конструктив элементлари уларнинг маркаларида акс эттирилади ва маркалар бўйича кабель тўғрисида барча асосий маълумотларни олиш мумкин. Сим ва кабелларнинг тоқ ўтказувчи томирлари қуйидагича маркаланади: мисдан бўлса, белгиланмайди, алюминий томир марканинг бошида А ҳарфи билан кўрсатилади. Худди шунга ўхшаш қоғоз изоляцияси белгиланмайди, резина изоляция Р билан, поливинил хлорид В билан, поли-этилен П билан белгиланади.

Кабелларнинг қобиғи - материалнинг I - ҳарфи билан белгиланади. С - қўрғошин, А - алюминий, В-поливинилхлорид, Н - нейрит (ёймай-диган резина); Г - ҳарфи билан ингичка симчалардан тўқилган эгиловчан сим ва қобиғи ёки зирҳи ҳимояланмаган (очик) кабеллар белгиланади. Пўлат тасмали зирҳ Б ва пўлат симли зирҳ П билан белгиланади.

Кичик "г" ҳарфи эгиловчан конструкцияли кабелдаги гофрланган қобиқни кўрсатади.

Ҳозир кўп ишлатиладиган резина изоляцияли мис симларнинг маркалари қуйидагилар: ПРГ - эгиловчан, ПРП - металл тўқима қопламали, ПРТО, АПРТО - пўлат қувурларда ўтказиш учун; ПРЛ - лакланган, монтаж учун, ШРПА - илангли, енгил кўчма. Поливинилхлорид изоляцияли симлар: ПВ, АПВ; текис (япалоқ): ППВ, АППВ.

Кабелларнинг кўп учрайдиган маркалари - СБ ва АСБ: мис ва алюминий томирли, қоғоз изоляцияли, қўрғошин қобиқли, пўлат тасмадан зирҳли, коррозияга қарши қопламали; ПВГ ва АПВГ - юқоридагидек томирли кабеллар, ammo изоляцияси полиэтилендан, очик; ВВВ - В-1 ва В-1а хоналарида ишлатиладиган мис томирли, қоғоз изоляцияли, поливинилхлорид қобиқли ва зирҳи устидан яна поливинилхлориддан қўшимча қопламали кабель.

Назорат кабеллари маркази бошида К ҳарфи билан бошланади. Масалан, КАБГ - мис томирли, қоғоз изоляцияли, алюминий қобиқли, зарҳли ва очиқ назорат кабели.

Маълумотномаларда кабелларнинг маркалари ва етказиш усуллари муҳит шароитига боғлиқ ҳолда келтирилади.

### 3.6. Тарқатиш пунктлари

Тарқатиш пунктлари (РП) ичига 1 та кириш ва бир неча (1÷12 гагача) автоматик узгичлар (автоматлар) ёки сақлагичларнинг 3 фазали гуруҳлари ўрнатилиб, уларга ЭИ ларга қараб кетувчи кабеллар ёки симлар уланади. РП шкаф конструкцияли (пол устига ўрнатиладиган) ёки шит конструкцияли (девордаги ўйиқда ўрнатилади) ишланади. РП нинг кириш автоматсиз варианты ҳам бор, шкаф ва шитлар эшиклари билан ҳимояланади. Улардаги ўрнатилган автоматларнинг тоқларига қараб, куч ЭИ лари учун ёки ёритиш тизимида ишлатилади.

Куч ЭИ лари учун ишлатиладиган РПдаги автоматлар 3 қутбли (3 фазали), номинал тоқлари 10÷630 гага, ёритиш РП ларида 1 қутбли (1-фазали), тоқлари 25 А гага бўлади. Кўпроқ ПР21, ПР22, ПР24 ва ПР41 туридаги РП лар ишлатилади. Уларда 1 тадан (ПР 21) 12 гагача чизиқли автоматлар ўрнатилган. ПР22 ва ПР24 да 3÷10 та номинал тоқлари  $I_n = 160$  А ва  $I_n = 250$  А бўлган А3715, А3716 ва А3725, А3726 автоматлари, ПР 41 да 6÷12 та АЕ 2000 туридаги, тоқи 100 А гага бўлган автоматлар бор. Автоматлардаги иссиқликдан узувчи элементи тоқлари шкаласи (А3715; 16 учун 16÷160 А, А3725; 26 учун 160÷250 А, АЕ200 учун 10÷100 А) битта РП га қуввати ва тоқи бир биридан анча фарқ қилувчи ЭИ ларни улаш имконини беради.

### 3.7. Комплект шинали ўтказгичлар

Магистрал ва аралаш схемаларда ишлатилувчи шинали ўтказгичлар комплект конструкциясига эга бўлиб, уларнинг қуйидаги турлари бор:

1. ШМА комплект магистрал алюминий шинали ўтказгичи 1600 А, 2500 А ва 4000 А номинал тоқларга чиқарилади. Шинали ўтказгичлар турли конструкцияли алоҳида секциялардан тузилган. Цех режасида шинали ўтказгич трассаси белгиланиб, ундаги секциялар сони аниқланади. Қуйидаги секциялар бор: узунлиги 6 м, 3 м ва 1,5 метрли тўғри секциялар, трасса йўналишини ўзгартириш учун бурилиш секциялари, баландлигини ўзгартириш учун бурчак секциялари, чизиқли узайиш ва қисқаришини қопловчи эгилувчан компенсацияловчи секция, трассани режага мословчи (подночная) секция, А3734 С ёки А3744 С туридаги чизиқли автомат ўрнатиладиган секция, КТП-1000, КТП-1600, КТП-2500 нинг трансформаторига (улаш) кириш секцияси.

Номинал тоқи 1600 А ли шинали ўтказгичда нул сим сифатида кўтариб турувчи конструкциялари ишлатилади, 2500А ва 4000А ли ши

нали ўтказгичларда нул сим учун махсус алюминий лента ўтказилган.

Секциялар ўзаро боғлиги бирикмалар билан уланади. "Яқинлик" эф-фекти натижасида орқада қолаётган фазага ўзиб кетувчи фазадан қувват кўчиши ҳодисасини олдини олиш учун ҳар бир фаза махсус жойланштирил-ган 2 тадан тўғри бурчак кесимли алюминий шиналардан бажарилади.

ШМА шинали ўтказгичи қурилиш конструкциялари бўлган девор-лар, потолок, металл конструкциялари бўйича ва махсус устунларда ўтка-зилади.

2. ШРА туридаги, алюминий шиналардан ясалган тарқатувчи комп-лект шинали ўтказгич 250 А 400 А ва 630 А номинал тоқларга чиқарила-ди. ШРА трассаси узунлиги 3 м ва 1.5 метрли тўғри секциялардан, бурилиш ва бурчак секцияларидан йиғилади. Бу секцияларда 4 та тўғри тўртбурчак кесимли алюминий шиналар ишлатилади. Шиналар туника конструкция ичига изоляцияловчи ушлаб тургичларда маҳкамланиб, секциялар ўзаро боғлиги боғланишлар билан уланади. Тўғри секцияда ҳар 0,7 метр масофада ўнг ва сўл томонидан тарқатувчи қути штепсел равиёнда ўрнатиладиган тўйнуқлар бор (1та 3 метрли тўғри секциядаги бундай тўйнуқлар сон 4 та) Тарқатувчи қути ўрнатилмайдиган тўйнуқлар қонқоқ билан бекитиб қўйилади. Тарқатувчи қутида А 3715; 16, А3725; 26 автоматлари ёки 3 фазали сақлагичлар гуруҳи кесувчи (рубильник) билан бирга ўрнатилади. Тарқатувчи қутига ЭИ га кетувчи кабеллар ва симлар уланади.

ШРА қурилиш конструкцияларида (деворларда) ёки махсус устун-ларда ўтказилади.

3. ШОС шинали ўтказгичи кесими 6 мм<sup>2</sup>, 16 мм<sup>2</sup> ёки 35 мм<sup>2</sup> бўлган 4 тадан мис симли конструкциядан иборат бўлиб, 25А, 63А ва 100А токка мўлжалланган ва алоҳида секциялардан йиғилади. Бу шинали ўтказгич ёритгич ва кичик қувватли моторларни улашга ишлатилади. ШОС ни ШРА билан барчалликда ёки алоҳида пўлат тросларда ўткази-лади.

4. ШТА туридаги троллей комплект шинали ўтказгичи мис шина-лардан йиғилиб, 200 А ва 400 А тоқларга мўлжалланган. ШТА кўприк крапларини таъминлаш учун чиқарилади.

### **3.8. Қучланиши 1000 Вольтгача бўлган коммутация ва ҳимоя ашаратлари**

#### **3.8.1. Электр тармоқлари ва қурилмаларини ҳимоя қилиш**

Моторлар учун қуйидаги ҳимоялар ишлатилади:

- 1). Ўта юкланишдан-иссиқлик релеси ва ток қийматига тескари боғлиқ характеристикали максимал реле билан;
- 2). Ички қисқа туганувлардан-сақлагичлар ёки автоматларнинг бир лаҳзада ишловчи узувчиси билан;
- 3). Тармоқ қучланишининг пасайишданмагнит юргизгичлар ёки контакторларнинг ушлаб турувчи галтаклари билан.

Синхрон моторлар учун қўшимча равишда синхронизмдан тушишдан ҳимоя ишлагтилади. Бу ҳимоя таркибига кучланиш 0.85 Ун гача пасайганда қўзғатиш форсировкасини уловчи ва кучланиш пасайганда моторни синхронизмда ушлаб турувчи кучланиш релеси ҳамда синхронизмдан тушганда моторни ўчирувчи максимал ток релеси киради.

Ўта юкланишдан ҳимоя иссиқлик релеси билан амалга оширилиб, унинг ишлаш принципи қуйидаги ҳодисаларга боғлиқ :

- 1). Биметалл пластинканинг деформацияси;
- 2). Металл пластинкани чизиқли узайиши;
- 3). Осон эрувчи металлнинг эриб кетиши.

Иссиқлик релеси мотор билан бир хонада жойлашуви керак. Ҳозирги пайтда иссиқлик ҳимояси ўта юкланишсиз ишловчи моторлар учун ёки доимо кузатиш остидаги моторлар узунгина ишлагилмайди. Қолган ҳолларда иссиқлик ҳимояси мажбурийдир. Бу ҳимояни аниқ тўтрилаш-мослаш қийин бўлса ҳам аварияларни камайтиради. Электр аппаратлари алоҳида хоналарда ўриатиладиган портлаш хавфи бор хоналарда иссиқлик ҳимоясини моторга мослаш қийинлашади.

Қисқа туташув тоқларидан эрувчан сақлагичлар ва автоматларнинг максимал узувчилари ҳимоя қилади.

### 3.8.2. Сақлагичлар билан ҳимоя қилиш

а) Сақлагичлар ва уларни танлаш.

Сақлагичлар билан ҳимояни кўриб чиқамиз. Эрувчан сақлагичлар патрон ва унинг ичидаги эрувчан қўйилмадан иборат. Эрувчан киритма қўрғошин ва унинг қотишмаларидан ёки ингичка мис симдан қилинади. 1-ҳолда инерцион сақлагич, 2-ҳолда инерциясиз сақлагич бўлади.

Сақлагичлар ажратмайдиган (неразборный) ва ажраладиган (разборный) бўлиб, тегишли равишда ПН ва ПР билан белгиланади. НПН туридаги сақлагичда кварц қуми тўлғазилган, бу қум қўйилма эриганда ёйни тезроқ ўчиришга хизмат қилади.

Сақлагичларни танлашни кўриб чиқамиз.

Танлаш учта шарт бўйича каталоглардан танланади.

1-шарт. Сақлагичнинг ва эрувчан қўйилманинг номинал тоқлари  $I_n$  ва  $I_{э.к}$  заижирининг ҳисобланган тоқидан кичик бўлмаслиги керак:

$$I_n \geq I_x \text{ ва } I_{э.к} \geq I_x \quad (3.4)$$

2-шарт. Мотор ишга туширалаётган пайтда ёки технологик юкланинг максимал қийматида эрувчан қўйилма ортиқча қизиб кетмаслиги, юзасини оксидланмаслиги ва кераксиз ўчиб қолмаслиги учун, уни ўта юкланиш вақтида эрита оладиган токнинг 50 % идан ортиқ бўлган  $I_{э.к}$  тоқи билан юклаш мумкин эмас. Буни қуйидагича формула билан ифодалаш мумкин :

$$I_{э.к} \geq \frac{I_{э.к.н}}{k} \quad (3.5)$$

бу ерда  $K = 2,5$  - нормал юргизиш шароитида қабул қилинади;  $K=1,6 \div 2$  - оғир юргизиш шартлари мавжуд бўлса ҳамда юргизишлар сони кўп бўлса ёки мотор тезланиши 2 секунддан ортиқ бўлса (кранлар ва шерция моменти катта механизмларнинг моторлари) олинади.

3-шарт. Эрувчан қўйилмаларни селектив (танлаб) ишлаши бўйича, сақлагичларнинг вақт-ток характеристикаси  $t = f(I)$  дан фойдаланиб танлаш.

180÷250% ли ўта юкланишда НПН ва НПР сақлагичлари учун РП га киришдаги сақлагич токи  $I_{\text{э.к1}}$  ва РП дан кетувчи линиядаги сақлагич токи  $I_{\text{э.к2}}$  нинг орасидаги фарқ тоқлар шкаласида камида 1 поғона бўлса, селективлик таъминланади.

НПН сақлагичлари билан ҳимоялашда  $I_{\text{к}}/I_{\text{э.к2}}$  нисбатининг турли қийматларида селектив ишлашни таъминловчи.  $I_{\text{к}}/I_{\text{э.к1}}$  нисбат қийматлари қуйида келтирилган:

$$I_{\text{к}} / I_{\text{э.к2}} \leq \dots\dots\dots 50 \ 100 \ 200$$

$$I_{\text{к}} / I_{\text{э.к2}} \dots\dots\dots 2.0 \ 2.5 \ 3.3$$

бу ерда  $I_{\text{к}}$  - РП дан кетувчи линиядаги қисқа туташув токи, А.

Кетма-кет уланган ПН-2 сақлагичлари эрувчан қўйилмаларининг селективликни таъминловчи тоқлари қуйидаги 3.1 - жадвалда келтирилган.

3.1 - жадвал. Селективликни таъминлаш

Кичик $I_{\text{э.к2}}$ токнинг қиймати, А	Катта токнинг $I_{\text{к}}/I_{\text{э.к2}}$ нисбатга боғлиқ қиймати, А			
	10	20	50	100 ва ундан ортиқ
30	40	50	80	120
40	50	60	100	120
50	60	80	120	120
60	80	100	120	120
80	100	120	120	150
100	120	120	150	150
120	150	150	250	250
150	200	250	250	250
200	250	250	300	300
250	300	300	400	600
300	400	400	600	
400	500	600		

Жадвалдаги  $I_{\text{к}}$  - ҳимояланувчи линия бошидаги қисқа туташув токи, А. Сақлагичлар энг катта ўчириш қобилияти билан ҳам характерланади. НПН ва НПР сақлагичлари токни чеклаш хусусиятига эга. Улар қисқа туташув тоқларининг номинал токка нисбати катта бўлганда, қ.т. токни энг катта қийматига эришмасданноқ, узиб қўядилар. Агар эрувчан сақлагичларни аниқ танланса, уларнинг юқори ўчириш қобилияти ишончли ишлашини таъминлайди.

### 3.8.3. Автоматик узгичлар (автоматлар)

Автоматик узгичлар моторларни юргизиш ва тўхтатиш учун, электр қурилмаларини ўта юкланиш ва қисқа туташув тоқларидан ҳимоя қилишга ишлатилади.

Қучланиши 1000 В гача автоматлар шартли равишда 3 та гуруҳга бўлинади:

- 1). Кичик автоматлар АП-50, АК-63 ва АЕ-2000;
- 2). А3100 ва А3700 автоматлари сериялари;
- 3). Катта, подстанциялар учун АВМ ва "Электрон" сериялари.

Юқоридаги сериялардаги автоматлар тарқатиш пунктларида ва шитларда, бошқариш станцияларида, КТП нинг тақсимлаш қурилмаларида ўрнатилади. АП-50, АК-63 ва А3100 автоматлари ҳозир ишлаб чиқарил-майди, шунинг учун уларни лойиҳаларда қўллаш мумкин эмас.

АЕ 2000 автоматининг АЕ 2010, АЕ 2030, АЕ 2040 ва АЕ 2050 турлари 10А, 25А, 63А ва 100А номинал тоқларга чиқарилади. Максимал токни узувчи элементи 0,32А - 100А оралиғида шкалаларга эга. Бу автомат электромагнит ва комбинацияли узувчига эга.

А3700Б автоматлари токни чекловчи бўлиб, иссиқлик ва электромагнитли максимал ток узувчиларга эга.

Токни чеклашсиз автоматлар қ.т тоқлари зона-сида ишлашини секинлаштирувчи билан (селектив автоматлар), ярим ўтказгичли, иссиқлик ва электро-магнитли, фақат максимал ток узувчи элементлар билан чиқарилади.

Ярим ўтказгичли узувчилар эксплуатация давомида номинал токни, қ.т. зонасида ишлаб кетиш токини, ўта юкланишлар зонасида ишлаб кетиш вақтини, селектив автоматларда эса қисқа туташув зонасида ишлаб кетиш вақтини ростлаш (ўзгартириш) имконига эга.

Ток чекловчи автоматларнинг электромагнитли ва ярим ўтказгичли узувчилари олдиндан қўйилмаган вақт ичида қисқа туташув тоқларини ўчиради, селектив автоматларнинг ярим ўтказгичли узувчилари қ.т. токига боғлиқ бўлмаган доимий вақт сақламаси билан узади.

А3700 С селектив автоматларнинг ишлаб кетиш вақти узувчининг 6 марта оширилган токида 4-16 сонияга, қ.т. зонасида 0,1 ва 0,4 сонияга тенг.

А3701Б ва А3702Б автоматларида электромагнит узувчи бўлиб, қуйидаги турлари бор :

А 3711Б, 12Б: Номинал токи :  $I_{н.} = 160$  А, узувчи элементининг номинал токи  $I_{н.у3} = 80$  А ва 160А.

А3721Б, 22Б,  $I_{н.} = 250$  А,  $I_{н.у3} = 250$  А

А3731Б, 32Б,  $I_{н.} = 400$  А,  $I_{н.у3} = 400$  А

А3741Б, 42Б,  $I_{н.} = 630$  А,  $I_{н.у3} = 630$  А

А3703С ва А3704С автоматларида ярим ўтказгичли учувчи бўлиб, қуйидаги турлари бор:

А3733 С :  $I_{н.} = 250$  А,  $I_{н.у3} = 160, 200, 250$  А

A3734 C :  $I_{н.} = 400$  A,  $I_{н.у3} = 250, 320, 400$  A

A3743 C :  $I_{н.} = 400$  A,  $I_{н.у3} = 250, 320, 400$  A

A3744 C :  $I_{н.} = 630$  A,  $I_{н.у3} = 400, 500, 630$  A

A3705Б ва A3706Б автоматлари иссиқлик ва элек-тромагнит узув-чили бўлиб, қуйидаги турлари бор:

A3715Б; A3716Б:  $I_{н.} = I_{н.у3} = 160$  A,  $I_{н.у3} = 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160$  A,

A3725Б; 26Б :  $I_{н.} = I_{н.у3} = 250$  A,  $I_{н.} = 160, 200, 250$  A

A3735Б; 36Б :  $I_{н.} = I_{н.у3} = 400$  A,  $I_{н.} = 250, 320, 400$  A

A3745Б; 46Б :  $I_{н.} = I_{н.у3} = 630$  A,  $I_{н.} = 400, 500, 630$  A

АВМ автоматлари электромагнит узувчили бўлиб, селектив ва носелектив максимал ҳимояга эга ва қуйидаги турлари бор:

АВМ-4 :  $I_{н.} = 400$  A

АВМ-10 :  $I_{н.} = 750$  A, 1000 A

АВМ-15 :  $I_{н.} = 1150$  A, 1500 A

АВМ-20 :  $I_{н.} = 2000$  A, 2500 A

АВМ автоматлари стационар ва чиқарилувчи аравачада жойлашган бўлиши мумкин.

"Электрон" автоматда масофадан ўчирувчи мустақил узувчи; минимал узувчи -  $U_{н}$  дан 70-35 % кучланишда ўзади; максимал ток ҳимояси ток датчикларидан, қаршилиқлар блокидан, ярим ўтказгичли блокдан ва электромагнит узувчидан иборат. Ток датчиги ток трансформаторларидир. Максимал ток ҳимояси вақт сақламаси ва вақт-ток характеристикасини танлаш олд панелдаги ручкалар билан амалга оширилади.

"Электрон" нинг турлари қуйидагилар:

Э06,  $I_{н} = 630$  A;  $I_{н.мтх} = 250, 400, 630$  A

Э16,  $I_{н} = 1600$  A;  $I_{н.мтх} = 630, 1000, 1250, 1600$  A

Э25,  $I_{н} = 2500$  A;  $I_{н.мтх} = 1600, 2000, 2500$  A

Э40,  $I_{н} = 4000$  A;  $I_{н.мтх} = 2500, 3200, 4000, 5000$  A

### 3.8.4. Автоматларни танлаш

Автоматларни танлаш шартларини кўриб чиқамиз. АВМ, "Электрон", А3703С, А3704С авто-матлари қуйидаги шартлар билан нормал иш режими кўрсаткичлари бўйича танланади:

1). Автоматнинг номинал кучланиши  $U_{н} \geq U_{иш}$  - ишчи кучланиши;

2). Автоматнинг номинал токи  $I_{н} \geq I_{х}$  ҳисобий ток А;

3). Узувчининг номинал токи  $I_{н.у3} \geq I_{х}$  ҳисобий ток А.

Юқоридаги автоматларни ишлаб кетish тоқлари - уставка тоқларини танлаш шартлари:

4) Қисқа туташувдан ҳимоя уставкаси токи  $I_{у.к} \geq 1,25 I_{экию}$ ;

5). Ўта юкланишдан ҳимоя уставкаси токи  $I_{у.сю} \geq I_{х}$ .

A3705 Б, A3706 Б автоматларини танлаш шарт-лари қуйидагилар:

1).  $U_{н} \geq U_{иш}$

- 2).  $I_n \geq I_x$
  - 3). Электромагнит узувчисининг номинал токи  $I_{нэ} \geq I_x$ .
  - 4). Иссиқлик узувчисининг номинал токи  $I_{н.и.уз} \geq I_x$
  - 5). Электромагнит узувчисининг қисқа туташувдан ҳимоя уставкаси  $I_{у.э} \geq 1,25 I_{экио}$
  - 6). Иссиқлик узувчисининг ўта юкланишдан ҳимоя уставкаси  $I_{у.и.} \geq I_x$
- Юқоридаги уставка тоқларини ҳисоблаш формулалари:

$$I_{у.ю} = K1 \cdot I_{н.уз} \quad \text{ёки}$$

$$I_{у.к} = K2 \cdot I_{нэ}$$

$$I_{у.и} = K1 \cdot I_{н.и.уз}$$

$$I_{у.э} = K2 \cdot I_{н.э.уз}$$

бу ерда  $K1$  ва  $K2$  - ўта юкланишдан ва қисқа туташувда ҳимояловчи элементларнинг уставка тоқлари ва номинал тоқлари нисбатининг қийматлари ( $K1=0,8; 1,15; 1,25; 2,0; K2=3; 5; 7; 10$ ).

### 3.9. Қисқа туташув тоқлари "Фаза-нул" халқасидаги бир фазали қисқа туташув тоқлари

#### 3.9.1. Кучланиши 1000 в гача бўлган ўзгарувчан ток тармоқларида қисқа туташув тоқларини ҳисоблашнинг алоҳида томонлари

Қисқа туташув тоқларини ҳисоблашда электр занжири элементларининг қаршиликлари билан бирга, ундаги коммутация аппаратлар контактларининг, автомат ва релелар ток чўлғамларининг, ток трансформаторларининг бирламчи чўлғамининг актив қаршиликларини ҳисобга олиш керак, чунки уларнинг умумий қаршиликлари

$$\sum r > \frac{1}{3} \sum X \quad (3.6)$$

бўлиши мумкин. Қисқа туташув нуқтасининг маънадан анча узоқлиги туфайли ( $X_{хис} > 3$ )  $\Pi = \Pi'$  деб олиш мумкин (бу ерда  $\Pi'$  токи -  $t=0$  даги,  $\Pi$  токи  $t=1$  даги қисқа туташув тоқларининг қийматларидир). Цех ТП си шиналаридаги зарб коэффициенти  $K_y=1.3$  ва электр тармоқларида  $K_y=1.0$  деб оламиз.

Контактлар қаршилиги занжирга актив қаршилик киритиб, ҳисобга олинади:

- 1). ТП тақсимлаш қурилмасидаги аппаратлар учун 0.015 Ом;
- 2). ТП РП сидан кабель ёки шинали ўтказгич орқали таъминланувчи бирламчи тарқатиш пунктларидаги аппаратлар учун 0.02 Ом;
- 3). Иккиламчи РП даги ва бирламчи РП га уланган линия охиридаги аппаратлар учун 0.025 Ом;
- 4). Иккиламчи РП га уланган ЭИ лар ёнида ўрнатилган аппаратлар учун 0.03 Ом.

Уч фазали қ.т. тоқлари юқорида келтирилганларни ҳисобга олган ҳолда, маълум усуллар билан ҳисоблаш мумкин. Бундан ташқари [А-3]



да қ.т.тоқларини аниқлаш учун келтирилган графиклардан фойдаланиш ҳам мумкин.

### 3.9.2. Цех электр тармоқларида 1 фазали қисқа туташув тоқларини ҳисоблаш

Цех электр тармоқларидаги бир фазали қисқа туташув тоқларини аниқлаш алоҳида масаладир. Бу ерда трансформатор нейтрални ерга тўғридан-тўғри уланган бўлиб, тармоқлардаги ерга уланишларда нул кетма-кетли тоқлар ҳосил бўлади. Бир фазали қисқа туташув тоқини қуйидагича топиш мумкин :

$$I_x^{(1)} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{(r_T + r_{\Phi} + r_0)^2 + (x_{T0} + x_{\Phi 0})^2}} \quad (3.7)$$

бу ерда  $r_T$  - трансформаторнинг актив қаршилиги;  $r_{\Phi}$  ва  $r_0$  - фаза ва нул симининг актив қаршилиги;  $X_{T.0}$ ,  $X_{\Phi.0}$  - трансформаторнинг ва "фаза-нул" ҳалқасининг нул кетма-кетлик қаршилиги.

Хизматчи ходимларни ишончли ҳимоя қилиш учун 1 фазали қисқа туташувни тезда ўчириш керак. Бунинг учун қиймати етарли даражада катта бўлиши керак.

Трансформатор чўлғамлари D/Y0 схемаси бўйича уланганда, нул кетма-кетли тоқлар бирламчи чўлғам учбурчаги ичида айланади ва ундан линияга чиқмайди. Улар иккиламчи чўлғамдаги нул кетма-кетли тоқлар билан қарама-қарши фазада туради, шунинг учун трансформатор стер-женларида нул магнит оқими пайдо бўлмайди ва трансформаторнинг нул кетма-кетли қаршилиги  $X_{T.0}$  кичик қийматга эга. Шунинг учун асосий эътибор "фаза-нул" занжирининг индуктив қаршилигига қаратилиши керак. Агар анча узоқликдаги асинхрон моторга пўлат қувур ичида изоляцияли симлар ўтказилган бўлиб, нул сим сифатида қувур ишлатилса, индуктив нул кетма-кетли қаршилиқ катта бўлади, (қувур ёки зирҳни магнит экранилашуви натижасида), бир фазали қ.т. токи етарли қийматга эга бўлмайди. Нул сим сифатида алюминий қобиқ ёки 4 томирли кабелнинг нул томири ишлатилса, индуктив қаршилиқ камаяди ва бир фазали қ.т. токи каттароқ бўлади.

### 3.9.3. Электр аппаратларини 3 фазали ва 1 фазали қисқа туташув тоқлари бўйича текшириш

Автоматлар ва сақлагичлар қ.т. тоқлари бўйича катта заҳира (запас) га эга қилиб ишлаб чиқарилади. Шунинг учун уларни 3 фазали қ.т. тоқларини узиш қобилияти ва зарб токи бўйича текшириш етарлидир.

ПУЭ бўйича 1 фазали қисқа туташув токи  $I_x^{(1)}$  ҳимоя аппарати бўлган сақлагичнинг эрувчан қўйилмаси токидан камда 3 марта катта

бўлиши керак (нормал шароитли хоналарда) ва ПХ хоналарда 4 марта катта бўлиши керак.

$$I_x^{(1)} > 3 \text{ I}_{\text{эқ}} \text{ ва } > 4 \text{ I}_{\text{эқ}}$$

Ток қийматига тескари боғлиқ характеристикали автомат билан ҳимояда  $I_x^{(1)} > 3 \text{ I}_{\text{н.уз}}$  (нормал шароитда) ва  $I_x^{(1)} > 6 \text{ I}_{\text{н.уз}}$  (портлаш хавфи бор хоналарда) бўлиши керак.

Агар ҳимоя фақат тез ишловчи электромагнит узувчи билан амалга оширилса, ЁХ ва ПХ хоналари учун  $I_x^{(1)} > 1.4 \cdot I_{\text{у.уз}}$  ( $I_{\text{н.р}} \leq 100 \text{ А}$  бўлса),

$I_x^{(1)} > 1.25 \cdot I_{\text{у.э}}$  ( $I_{\text{н.уз}} > 100 \text{ А}$  да) бўлиши керак.

Бир фазали қ.т. токни узатиш масаласи муҳим бўлгани учун ПУЭ бўйича қуйидагиларга амал қилиш керак:

1. ПХ хоналарида ерга уловчи сифатида пўлат қувурларни ва қўрғошин қобиқларни ишлатиш таъқиқланади;

2. Қувурларда ётқизишда нул сим албатта қувур ичида фаза сими билан бирга ўтказилиши керак;

3. Қўрғошин қобиқли кабеллар 4 та томирли бўлиши керак;

4. Алюминий қобиқ нул сим сифатида ишлатилса, Хфо кичик бўлади, фақат кабелнинг иккала учига қобиқ билан ерга улаш занжири ўртасида яхши контакт бўлса kiffoя;

5. Ёритиш тизимидаги магистрал ва таъминловчи тармоқларда нул сим қувурда фаза симлари билан бирга ўтказилиши, алюминий қобиқли ёки 4 томирли кабель ишлатилиши керак; пўлат конструкциялар нул сим сифатида фақат ёриткичлар гуруҳлари учунгина ишлатилади.

### 3.10. Симлар, кабеллар ва шинали ўтказкичларнинг кесим юзаларини таълаш

#### 3.10.1. Ўтказкичларнинг кесим юзаларини қизиш бўйича ва ҳимоя аппаратининг токи бўйича таълаш

Ўтказкичларнинг кесим юзалари қизиш шарти, ҳимоя аппаратининг токи ва токнинг иқтисодий зичлиги бўйича таъланади. Цех тармоқлари исбатан қисқа бўлгани учун улар кучланиш исрофи бўйича текширилмайдди (бу шарт бўйича фақат ёритиш тармоқлари таъланади). Таълаш шартларини кўриб чиқамиз :

1. Қизиш бўйича

$$I_{\text{н.к.}} (I_{\text{X}} / K_{\text{тэз}}) = (I_{\text{X}} / K_1 \cdot K_2) \quad (3.8)$$

2. Ҳимоя аппаратининг токи бўйича

$$I_{\text{н.к.}} (I_{\text{хим}} \cdot K_{\text{хим}}) / (K_1 \cdot K_2) \quad (3.9)$$

бу ерда  $I_{н.к.}$  - якка ўтказгичнинг 1сг ҳароратда узоқ муддатли йўл қўядиган токи,  $A$  ( $t_{сг}$ -стандарт ҳарорат бўлиб, очиқ ҳавода ўтказиладиган кабель ва симлар учун  $t_{сг}=25^{\circ}C$ , ер ости траншеяларида ётқизилган кабеллар учун  $t_{сг}=15^{\circ}C$ ), маълумотномаларда келтирилади;  $K_{твз}=K_1 \cdot K_2$  - тузатиш коэффициенти;  $K_1$  - муҳит ҳарорати ва  $t_{сг}$  орасидаги фарқ учун киригиладиган тузатиш коэффициенти;  $K_1 > 1$ , агар  $t_{муҳит} < t_{сг}$  бўлса;  $K_1 < 1$ , агар  $t_{муҳит} > t_{сг}$  бўлса;  $K_2$  бир траншеяда, лотокда, коробда, каналда, тунелда биргаликда ётқизилаётган бир неча кабелларни ўзаро қиздиришини ҳисобга олган ҳолда кабель кесимини оширувчи ( $I_x$  ни оширади) коэффициент ( $K_2 \leq 1.0$ );  $K_{хим}$ -йўл қўйиладиган токни химоя аппарати токига нисбати; бу коэффициентнинг қиймати ўтказгич ўтказиладиган хонанинг муҳит шароити ва қўлланилаётган химоя турига боғлиқ ҳолда маълумотномада берилади;  $K_{хим} = 1.0$  - ўта юкланишдан химоя бўлса нормал муҳитли хоналар учун;  $K_{хим} = 1.25$ -юқоридаги химоя бўлса, ёнғин ва портлаш хавфи бор хоналар учун;  $K_{хим} = 0.33$ -агар нормал хоналарда фақат қисқа туташувдан химоя бўлса;  $K_{хим} = 0.66$  - ЁХ ва ПХ хоналарда фақат қ.т.токларидан химоя бўлса,  $I_{хим}$  - ўта юкланишдан химоянинг уставка токи ( $I_{хим} = I_{у.ю.}$  ёки  $I_{хим} = I_{у.л.}$ ) ёки фақат максимал ток химояси бўлса, шу химоянинг уставка токи ( $I_{хим} = I_{у.к.}$  ёки  $I_{у.э.}$ ) 0,38 кВли РП да ва ТПнинг ТҚда ўришилган автоматларнинг ўта юкланишдан химоя уставка токлари билан шу аппаратларга уланадиган ўтказгичлардаги юклама токларини бир бирига мослаш қийин, чунки қўпинча автоматнинг уставка токи  $I_{у.ю.}$  линияларнинг ҳисобланган токидан анча катта бўлади. Бу кабель ва изоляцияли симларнинг кесим юзасини ошириб юборади.

### 3.10.2. Токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш

Ўтказгичларнинг кесим юзаси  $s = I_x / J_s$  шарти бўйича ҳам танланади. Кучланиш 1000В гача бўлган электр тармоқларида бу шарт бўйича танланган кесим юзалари (1) ва (2) шартларда танланган юзалардан 2-3 марта катта бўлади. Бу ўтказгич материалларини қўн сарфлашга сабаб бўлади. Шунинг учун бу тармоқларда  $J_s$  бўйича танлаш қўйидаги ҳолларда ишлатилади.

а) Агар  $T_m > 6000 \div 7000$  соат бўлса:

б) Электр олиш қурилмаларининг электр ўзгармас токли тармоқларида.

Қўйидаги 3.2-жадвалда токнинг иқтисодий зичлиги ҳақида маълумотлар келтирилган :

### 3.2-жадвал. Токнинг иқтисодий зичлиги

№	Ўтказгич тури	Юклама максимумидан фойдаланиш йиллик соатлари сони $T_m$ , соатга боғлиқ ҳолда токнинг иқтисодий зичлиги $j$ , А		
		1000 - 3000	3000-5000	5000 - 8700
1.	Мис симлар	2.5	2.1	1.8
2.	Алюминий очиқ симлар ва шиналар	1.5	1.4	1.3
3.	Поливинилхлорид изоляцияли симлар :			
	а) Мис томирли	3.0	2.5	2.0
	б) алюминий томирли	1.8	1.6	1.5
4.	Резина ва пластмасса изоляцияли кабеллар :			
	а) мис томирли	3.5	3.1	2.7
	б) алюминий томирли	2.2	2.0	1.9

### 3.11. Ўзгарувчан ва ўзгармас токли кўп амперли қурилмалар учун электр тармоқлари

#### 3.11.1. Ўзгарувчан токли кўп амперли қурилмалар учун тармоқлар

Кўп амперли қурилмалар тармоқлари (1000 А ва ортиқ) қуйидаги жойларда ишлатилади:

- 1) Трансформатор-магистрал блоки (ТМБ) схемаси бўйича цехдаги магистрал тармоқларни ўтказишда;
- 2) Пайвандлаш цехларидаги йирик пайвандлаш машиналари ва трансформаторларини, қуйи цех-ларидаги йирик электр печларини таъминлаш учун;
- 3) Электр печи ва печь трансформатори орасидаги "қисқа тармоқ" учун.

Ўзгарувчан токнинг 1000 А дан ортиқ қийматларида қутисимон, тўғри бурчакли, қувурсимон, думалоқ профили, кесим юзаси катта массив ўтказгичлар ишлатилади. Ўзгарувчан ток кесим юзаси катта ўтказгичлардан ўтганда сирт эффекти ва яқинлик эффекти кучаяди. Бу эффеқтлар токни кўрилатган ўтказгич ва қўшни ўтказгичларнинг электромагнит майдонлари таъсирида сиқиб чиқарилишига боғлиқ.

Шиналарнинг энг кўп тарқалгани тўғри бурчакли профилга эга. Бу шиналарда ҳатто 50 Гц частотада ҳам токни сиқиб чиқарилиши натижа-сида шина четларидаги ток зичлиги ўртасидагига нисбатан 2-2.5 марта ортиқ бўлади, бу ўзгарувчан токка қаршиликни оширади. Бу ортиш қў-шимча йўқотишлар коэффициентини  $K_K$  орқали ҳисобга олинади :

$$K_K = R / R_0 \quad (3.10)$$

бу ерда  $R$  - ўзгарувчан токка қаршилик;  $R_0$  - ўзгармас токка қаршилик.

Алоҳида ўтказилган шина учун  $K_R$  сирт эффеќти коэффиќиенти  $K_C$  га тенг.

$$K_R = K_C > 1,0 \quad (3.11)$$

А  $10 \times 100 \text{ мм}^2$  шинаси учун  $K_R = 1,175$ . Икќита ёнма - ён шиналардаги токни юза бўйлаб тарќалиши уларни бир - бирита нисбатан энсиз ёки кенг томонлари билан жойлашувига ва улардаги тоќларнинг йўналишига боғлиќ. Икќита шинада  $K_R$  қиймати яќинлик эффеќти коэффиќиенти  $K_A$  га ҳам боғлиќ бўлиб,  $K_R = K_C \cdot K_A$ .

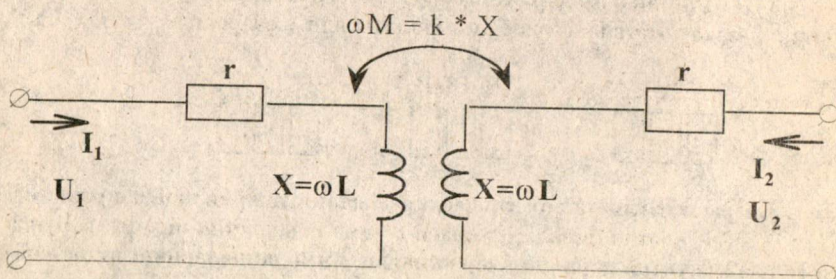
$K_A$  нинг қиймати 1 дан кичик ёки 1 дан катта бўлиши мумќин. Агар токни шина бўйлаб тарќалиши бир хил бўлса,  $K_A < 1$ , агар тарќалиши турлича бўлса,  $K_A > 1$  бўлади. Масалан, А  $10 \times 100 \text{ мм}^2$  икќита шина кенг томонлари билан 10 мм масофада жойлашган бўлиб, улардаги тоќларнинг йўналиши турли томонга бўлса,  $K_R = 1,04$  га тенг бўлади. Бундан  $K_A = 1,04 : 1,175 = 0,885$ ; тоќлар бир хил йўналишда бўлса,  $K_R = 1,36$ ;  $K_A = 1,36 : 1,175 = 1,16$ .

Уч ва тўртта шинадан иборат пакетда бир йўналишли тоќлар оќса, ток чеккадаги шиналарга сиќиб чиќарилади, бундан ташќари алоҳида шиналардаги тоќлар қиймати ва фазаси бўйича фарќ қилади ва учта шинада  $K_R = 1,6$ , тўртта шинада  $K_R = 2,03$  бўлади. Агар 4 та шина ўртасида тирќиш қолдириб, квадрат шаклида жойлаштирилса,  $K_R = 1,25$  бўлиб қолади.

Катта токли ва кучли электромагнит майдонлари бўлган 3 фазали тармоќларда юќоридаги 2 та эффеќтдан ташќари яна индуктив ќувват кўчиш эффеќти ҳам мавжуд.

3.3-расмда  $U_1 = U_2$  бўлганда икќала занжирдаги тоќлар:

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{r + j(x + kx)} \quad (3.12)$$



3.3-расм. Ўзаро индуктивлиги бўлган 1 фазали тармоќлар схемаси  $U_1 = -U_2$  кучланишлардаги тоќлар :

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{r + j(x - kx)} \quad (3.13)$$

Фаза силжиши 1200 бўлган кучланишларда ( $U_2 = U \cdot e^{-j120^\circ}$ ) занжирлардаги тоқлар тенг эмас: фазаси бўйича ўзиб кетувчи фазадаги 12 ток кичикроқ, орқада қолувчи фазадаги II токи каттароқ бўлади:

$$I_1 = \frac{U_1}{r - \Delta r_1 + j(x - \Delta x_1)} \quad (3.14)$$

$$I_2 = \frac{U_2}{r + \Delta r_2 + j(x - \Delta x_2)} \quad (3.15)$$

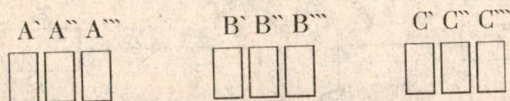
бу ерда  $\Delta r_1$  ва  $\Delta r_2$  киритиладиган қаршиликлар бўлиб, ўзиб кетувчи фаза занжиридан ортда қолувчи фаза занжирига индуктив қувват кўчишини характерлайди.

Агар шиналар тенг томонли учбурчак учларида симметрик жойлаштирилса, қувват кўчиши эффекти бўлмайди. Шиналар бир текисликда жойлаштирилса, энг кичик ток узиб кетувчи А фазада бўлади, максимал ток  $\cos \varphi$  га боғлиқ ҳолда В фазада, агар  $\cos \varphi < 0,87$  бўлса, С фазада, агар  $\cos \varphi > 0,87$  бўлса;  $\cos \varphi = 0,87$  да В ва С даги тоқлар ўзаро тенг бўлади.

Қувват кўчиши эффекти катта ток ва магнит майдонларида катта қийматга эга бўлади. Масалан, электр ёй печларидаги "қисқа тармоқ" да минимал токли фаза "ўлик" ("мертвая"), максимал токли фаза "ёввойи" ("дикая") номини олди. "ўлик" фаза электроди остида металл яхши қизимайди, "ёввойи" фаза остида эса ўта қизиб кетади. "Қисқа тармоқ" конфигурациясига ва печнинг конструкциясига боғлиқ ҳолда "ўлик" ва "ёввойи" фазалар А, В, С нинг четкилари ёки ўртасидагиси бўлиши мумкин.

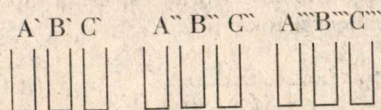
Қувват кўчиши эффектини камайтириш учун қуйидаги схемалар ишлатилади:

1). Бўлинган фазалар схемаси (схема расщепленных фаз). Бу схема битта фазада учтагача шина бўлса ишлатилади (3.4-расм).



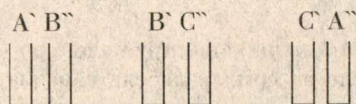
3.4-расм. Бўлинган фазалар схемасида шиналарни жойлашуви.

2). Тўқилган фазалар схемаси (схема переплетенных фаз). Бунда актив ва индуктив қаршиликлар камайди, аммо шиналарнинг яқин жойлашуви кўчиши эффектини кучайтиради (3.5-расм).



3.5. - расм. Тўқилган фазалар схемасида шиналарни жойлашуви.

3). Жуфтли фазалар схемасида (схема со спаренными фазами) учта жуфтлик бўлиб, ҳар бир жуфтликда турли фазаларнинг шиналари жойлаштирилади: A'B'', B'C'', C'A''. Бунда 1-жуфтда S қуввати A' дан B'' га, 2-жуфтда B' дан C'' га, 3-жуфтда C' дан A'' га ўтади ва натижада A, B ва C фазалардаги қувватлар ўзгаришсиз қолади. ШМА шинали ўтказгичларида жуфтликлар ёнма-ён горизонтал ҳолатда ёки устма-уст вертикал ҳолатда жойлаштирилади (3.6-расм).



3.6-расм.ШМА шинали ўтказгичида шиналарни жойлашуви

### 3.11.2 Кўп амперли ўзгармас ток қурилмалари учун тармоқлар

Бу гуруҳга электролиз қурилмаларининг ўзгармас токли тармоқлари, ўзгармас токда ишловчи электромагнит насослар қурилмалари ҳамда "Ўзгартиргич-Магистрал" блоки схемасидаги магистраллар киради. Цех тармоқларида 2 қутбли ШМАД шинали ўтказгичлари ишлатилади. Улар алюминий шиналардан бажарилиб, 2-3-5 кА га чиқарилади. Электролиз қурилмалари учун очиқ, кесими 50x500мм гача бўлган алюминий шиналардан пакетлар ҳосил қилинади. Бу ерда йиллик йўқотишлар вақти t катта бўлганидан алюминий учун токнинг иқтисодий зичлиги  $j_{\text{э}}=0,4-0,5$  А/мм<sup>2</sup>, мис учун  $j_{\text{э}}=0,7-0,9$  А/мм<sup>2</sup> бўйича шиналар танланиб, кучланиш йўқотилиши ва қизиш бўйича текширилади.

Кўп тасмали шина пакетлари учун узоқ муддатли ток,  $I_{\text{у.м}} \Sigma = K \cdot I_{\text{у.м}}$  бўлиб, бу ерда K та алоҳида шинанинг токи  $I_{\text{у.м}}$  ва шиналар сонига боғлиқ коэффициент K маълумотномалардан олинади.

Шинали ўтказгичдаги кучланиш йўқотилиши:

$$\Delta U = 2I_x \cdot \frac{L \cdot p}{s} \quad (3.13)$$

бу ерда  $I_x$  - ҳисобий ток, А; L - шинали ўтказгич узунлиги, м; s-шинали ўтказгич кесим юзаси, мм<sup>2</sup>, p-шина материалининг солиштирма қаршилиги, ом·мм<sup>2</sup>/м.

Йўл қўйиладиган кучланиш йўқотилиши  $\Delta U_{\text{й.к}}$  нинг қиймати маиба кучланиши 6 ёки 12 В нинг 10 % га тенг, яъни 0.6 - 1.2 В га тенг қилиб олинади.

Катта қувватта мўлжалланган электролиздаги шинали ўтказгичларда  $\Delta U_{\text{й.к}}$  нинг қиймати технология шароитларига ва ўзгартгичнинг кучланишига боғлиқ.

### **3.12. Турли муҳит шароити мавжуд бўлган хоналардаги электр қурилмалари**

Муҳит бўйича турли шароитга эга бўлган хоналардаги электр қурилмалари қуйидагича бўлинади:

- 1). Нормал шароитли хоналарда электр қурилмалари;
- 2). Ёнгин хавфи бор хоналардаги электр қурилмалари;
- 3). Портлаш хавфи бор хоналардаги электр қурилмалар ва тармоқлари.

#### **3.12.1. Нормал шароитли хоналарда электр қурилмалари**

Бу хоналарда кабель ва симлар кабель каналларида, очиқ ҳолда фермаларда, балкаларда, потолокда, устунларда, лотокларда, коробларда, девлар бўйлаб ўтказилади.

ШРА, ПМА, ШОС, ШТМ комплект шинали ўтказгичлар машина-созлик ва тўқимачиликда кенг ишлатилмоқда.

#### **3.12.2. Ёнгин хавфи бор хоналардаги электр қурилмалари**

Ёнгин хавфи бор хоналарда электр ўчқунланиши ва ҳароратни нормалдан ортишига йўл қўймаслик керак. ПУЭ бўйича моторлар қуйидагига бажарилган бўлишлари керак :

П-I синфига кирувчи хоналар учун сув сачрашидан ҳимояланган, ёпиқ, ёпиқ ҳаво ҳайдаладиган (закрытое обдуваемое, продуваемое); П-II синфи учун ёпиқ, ёпиқ ҳаво ҳайдаладиган; П-III синфи учун ҳимояланган (защитенное); П-III синфи учун ёпиқ, ёпиқ ҳаво ҳайдаладиган. Барча ўчқунланадиган қисмлар махсус қобиқ (кожух) билан ёпилади.

Электр ашаратларининг бажарилиши: П-I синфи учун чанг ўтмайдиган (нелесепроницаемое) ёки ёғ тўлдирилган (маслонаполненное); П-II синфи учун чанг ўтмайдиган; П-III синфи учун ёпиқ ёки ёғ тўлдирилган ва П-III синфи учун ёпиқ конструкцияли бўлиши керак. Тарқатиш шкафлари ва ёритиш шитлари имкони борича хоналардан коридорга, шиллоя майдончаларига ёки махсус электр хоналарига чиқарилиши, бўлмаса, ичига чанг кирмайдиган қилиб зичлаштириши керак.

Ўтказгичлар-металл қобиқли кабеллар, пўлат қувурларда симлар ва кабеллар, металлдан, поливинил-хлориддан ёки нейритдан қобиқли шилатилади. Уланиш жойлари ўтга чидамли пластмасса ёки зичлаштирилган пўлат қутилларда бажарилади (полиэтилен ва винилпласт қувурлар ёнувчи бўлишгани учун ишлатилмайди). АПВ ва АПР симлари одам етмайдиган баландликда, ёнувчи материаллардан узоқда изоляторларда ўтказилади.

П-I синфидаги хоналарда қўприк кранлари КРПТ маркали кабель ёрдамида уланади. Қолган синфидаги ёнгин хавфи бор хоналарда очиқ троллейлар ишлатилиши мумкин, аммо улар трассаси остида ёнувчи материаллар бўлмаслиги керак.



### 3.12.3. Портлаш хавфи бор хоналардаги электр қурилмалари ва тармоқлари

Портлаш хавфи (ПХ) бор хоналарда энг катта хавфни электр моторлар ва ёриткичлар тугдиради; электр ўтказкичлар хавфи камроқ.

ПХ хоналарида ўрнатиладиган қурилмалар конструкцияси бўйича қуйидагича бўлади :

а). Портлашни ўтказмайдиган (взрқвонепроницае-мос) - В билан белгиланади;

б). Кварц тўлдирилган - К;

в). Учқунга хавфсиз (искробезопасице) - Н;

г). Ишончлилиги оширилган - П (ер ости қурилмалари учун), Н (хоналар ва ташқи қурилмалар учун);

д). Ток ўтказувчи қисмлардан кучланишни автоматик олиш - А;

е). Ёғ тўлдирилган - М;

ж). Махсус (специальное) - С;

Ер ости шахталарида ва рудниклардаги электр жиҳозлари :

РВ - рудниклар учун, портлашда хавфсиз;

РП - рудниклар учун, портлашга қарши юқори ишончликка эга;

РН - рудниклар учун, нормал конструкцияли.

В-1 ва В-1а синфидаги хоналарида мис ўзакли кабеллар ва симлар ишлатилади: ВВВ кабели зирҳи устидан қопланган поливинилхлорид қобиқ портлашга хавфсизликни таъминлайди. ПВ ва ПРТО симлари пўлат қувурларда ўтказилиши керак. Қувур бўлаклари махсус портлашга хавфсиз фитинглар билан бирлаштирилади.

В-1а, В-1б, В-1в, В-1а синфидаги хоналарда ва В-1г ташқи қурилмаларда алюминий кабеллар ишлатилиши мумкин. В-1в хонада АВВВ кабели ва пўлат қувурларда симлар ишлатилади.

Барча хоналарда кранларни таъминлаш учун КРПТ маркали эгиловчан кабель ишлатилади. Ер ости шахталарида кўчиб юривчи механизмлар учун ГРШС ва ГРШСН (ёнамайдиган) маркали махсус эгиловчан шахта кабеллари ишлатилади.

Портлашдан ҳимояланган юргизкичлар (пуска-теллар), тарқатиш шкафлари электротехника саноатида чиқарилади.

Нефть-газ кимёси корхоналарида ПХ хоналари билан ёнама-ёна махсус электр хоналари қурилади ва уларда электр аппаратлари ўрнатилади. Электр моторлари, юргизкич тугмачалари ва калитлар ҳамда ёриткичлар эса ПХ да жойлаштирилади.

Енгил газлар ПХ даги вентиляция билан осон чиқарилади. Ҳаводан оғир газлар кабель каналлари тубига чўкиши, улардан "судралиб" қўшиши хоналар ва подстанцияларга ўтиши мумкин. Шунинг учун электр хоналари ва подстанцияларнинг поллари ПХ хонадаги полдан 0,5 - 0,7 метр баландроқ, кабель каналларининг тўблари 0,15 - 0,2 метр баландроқ бўлиши керак.

ПХ ховода ёриттичлар портлаш ўтказмайдиган, кучайтирилган конструкцияли бўлиши керак.

### 3.13. Цех трансформатор подстанциялари

#### 3.13.1. Цех подстанцияси трансформаторлари ва чўлғамларининг уланиш схемалари

Цех трансформатор подстанциялари (ТП) да ўрнатиладиган трансформаторлар қуйидагилар :

а). ТМ-табиий совутишли мойли трансформатор. Масалан, ТМ-630/10 тури шундай шифрсизланади:  $U_{\text{ЮК}}=10\text{кВ}$ ,  $U_{\text{ПК}}=0,4/0,23\text{кВ}$ ,  $S_{\text{Т.Н}}=630\text{кВА}$ . ТМ туридаги трансформаторлар ташқарида қўйиладиган комплекта трансформатор подстанцияларида ишлатилади.

б). ТМЗ-табиий совутишли мойли, ёниқ трансформатор бўлиб, баки герметик конструкцияли ва унинг юқори қисмининг 20-25% ҳажмини эгалловчи "азот ёстиги" мойнинг ҳажм кенгайтирилиши компенсация қилади. Бу трансформаторлар  $S_{\text{Т.Н}}=160\div 1600\text{кВА}$  қувватларда ишлаб чиқарилади;

в) ТНЗ - ёнмайдиган синтетик "совтол" суюқлиги тўлғизилган табиий совутишли ёниқ трансформатор бўлиб,  $S_{\text{Т.Н}}=160\div 2500\text{кВА}$  қувватларда ишлаб чиқарилади.

ТМЗ ва ТНЗ трансформаторлари хона ичига қўйиладиган КТП да ишлатилади.

г) ТСЗ - қуруқ, ёниқ трансформатор бўлиб, кўп қаватли уйлар учун ҳамда портлаш хавфи бор хоналарда ишлатилади.

ТП трансформаторларининг ЮК ва ПК чўлғам-лари D/Y - 11 схемаси бўйича уланади.

#### 3.13. 2. Цех трансформаторларининг қуввати, сони ва ўрнатиш жойини ташлаш

Цех трансформаторларининг сони ва қуввати қуйидаги шартлар бўйича аниқланади :

$$1). \text{Қизиш бўйича: } S_{\text{Т.Н}} \cdot \Sigma \geq S_{\text{Х.Ц}} \quad (3.14)$$

2). Юқлаш коэффициенти бўйича истеъмолчининг тоифасига қараган ҳолда қуйидаги шартлар ишлатилади:

$$K_{\text{Ю}} \leq 0,7 - \text{I тоифадаги ЭИ ва II лар учун} \quad (3.15)$$

бу ерда  $K_{\text{Ю}} = S_{\text{Х.Ц}} / S_{\text{Т.Н}} \cdot \Sigma$ ,  $S_{\text{Т.Н}} \cdot \Sigma$  - ТП даги трансформаторлар номинал қувватларининг йиғиндиси

$$K_{\text{Ю}} = 0,8\div 0,85 \text{ II-тоифадаги ЭИ ва I лар учун} \quad (3.16)$$

Юқоридаги (3.15)÷(3.16) ифодаларни бир - бирига қўйиб, ТП трансформаторларининг керакли қуввати  $S_{\text{т.кер}}$  ни топамиз:

I - тоифага кирувчи ЭИ ва II лари учун:

$$S_{\text{т.кер}} \geq S_{\text{Х.Ц}} / 0,7 \quad (3.17)$$

II - тоифага кирувчи ЭИ ва I лари учун:

$$S_{\text{т.кер}} \geq S_{\text{Х.Ц}} / (0,8\div 0,85) \quad (3.18)$$

I - тоифага кирувчи цехлар учун 2 трансформаторли, II - тоифага кирувчи цехлар учун 1 та ёки 2 та трансформаторли ТП лар қабул қиламиз.

Агар ТП учун  $S_{\text{Т.КЕР}}$  қиймати бўйича  $S_{\text{Т.Н.}} = 1000 \text{ кВА}$ , 2500 кВА қувватли трансформаторлар вариантларини олинш мумкин бўлса, узил-кесил танлаш қувват зичлиги бўйича амалга оширилади.

Агар қуввати зичлиги  $S_{\text{СОЛ}} \leq 0,2 \text{ кВА/м}^2$  бўлса, 1000 кВА ли трансформаторлар ишлатилади;  $0,2 \text{ кВА} < S_{\text{СОЛ}} \leq 0,3 \text{ кВА}$  бўлса 1000 кВА,  $S_{\text{СОЛ}} > 0,3 \text{ кВА}$  бўлса 2500 кВА қувватли трансформатор танланади.

Мисол:  $S_{\text{Х.Ц.}} = 7000 \text{ кВА}$ , цех майдони  $F = 20000 \text{ м}^2$  бўлса, I-тоифага кирувчи цех учун ТП трансформаторларини қуввати ва сони топилади.

Ечмиш: (3.17) формула бўйича  $S_{\text{Т.КЕР}} = S_{\text{Х.Ц.}} / 0,7 = 7000 / 0,7 = 10000 \text{ кВА}$ . Қувват зичлиги:  $S_{\text{СОЛ}} = S_{\text{Х.Ц.}} / F = 7000 / 20000 = 0,35 \text{ кВА/м}^2$

Қуввати 2500 кВА га тенг 4 та ТНЗ-2500/10 турли трансформатор танлаймиз. 2x2500 кВА ли 2 та КТП қабул қилинади. ТП трансформаторларининг юкланиш коэффициенти :

$$K_{\text{ю}} = \frac{7000}{4 \cdot 2500} = 0,7$$

Авариядан кейинги режимдаги юкланиш коэффициенти

$$K_{\text{ю.а}} = \frac{7000}{2 \cdot 2500} = 1,4$$

ТП трансформаторларини қўйидагича жойлаштириш мумкин:

- 1). Цех билан умумий деворга эга бўлиб, ташқарида жойлаштириш;
- 2). Цех билан умумий деворли, цех ичида жойлаштириш;
- 3). Цех ичида электр энергия ишлатувчилари ва истеъмолчилари

ёнида жойлаштириш. Бунда комплект трансформатор подстанцияси (КТП) ишлатилади;

- 4). Цех ташқарисида жойлаштириш;

Цех трансформаторлари технологик механизмлар ва турли коммуникацияларнинг жойлашувини ҳисобга олган ҳолда ўрнатилади. Ҳозирги пайтда асосан цех ичидаги КТП лар ишлатилади.

Катта жойини эгалловчи, юкласи бир неча минг кВА ни ташкил этувчи ишлаб чиқарилш корпусларида КТП, РП ва бошқарилш станцияларини жойлаштириш учун махсус оралиқлар (пролетлар) кўзда тутилади. Бир жойдан иккинчи жойга кўчириб юрилувчи ЭИ лар бўлмаганда КТП ларини цехлар ичида жойлаштириш 6÷10 кВ кучланишини истеъмолчиларга қўйинлаштириб, электр энергияси йўқотишни камайтиради, электр жиҳозларини эксплуатация қилишни енгиллаштиради. Қувват зичлиги катта бўлган ( $0,3 \div 0,35 \text{ кВА/м}^2$ ) тоғ-бойиши фабрика-ларида, целлюлоза-қоғоз комбинатларида қуввати 1600 кВА ва 2500 кВА бўлган КТП лар ўрнатилади. Ҳозирги амалиётда ўз ичига бир неча цехни олган йирик корпус

лар учун 1000, 1600 ва 2500 кВА қувватли трансформаторлар ўрнатилган КТП лар вариантларини кўриб чиқилади. Цех ичида очиқ ўрнатилган КТП енгил тўр-тўсиқлар билан ўраб қўйилади.

Подстанция имкони борича кранлар ишламай-диган зонада жойлаштирилади.

ПУЭ бўйича цех ичидаги подстанцияда сони учтагача, умумий қуввати 3200 кВА дан ортмайдиган ёғли трансформаторлар ўрнатилади; очиқ ўрнатилган КТП да иккита қуввати 1600 кВА гача ёғли трансформаторлар бўлиши мумкин.

Шунинг учун қуввати 2500 кВА ли цех трансформаторлари ёнмайдиган синтетик суюқлик - совтол билан тўлдирилади.

### 3.13.3. Цех подстанциялари компоновкаси ва конструкцияси.

#### Комплект трансформатор подстанциялари

Юқорида айтилгандай, цех подстанциялари сифатида ички КТП лар ишлатилади. Бу КТП нинг 0,4/0,23 кВ ли тарқатиш қурилмасини компоновкаси муҳим роль ўйнайди. Икки трансформаторли КТП нинг 6-10 кВ ли таъминловчи кабеллар уланувчи ЮК кириш шкафларида ажратгич ( $S_{т.н} \leq 630$  кВА да) ёки юклама ўчиргичи (включатель нагрузки) ўрнатилади. ЮК шкафларини баъзи схемаларида 6÷10 кВ ли кабеллар тўғридан-тўғри трансформаторларга уланади. Паст кучланишли ТҚ да қуйидаги шкафлар мавжуд: кириш автомати ўрнатилган кириш шкафлари (1та ёки 2 та - трансформаторлар сонига тенг); секциялараро автомат ўрнатилган секцион шкаф (2 трансформаторли КТП да); чизиқли автоматлар ўрнатилган чизиқли шкафлар. Битта чизиқли шкафда 2 тадан 8 тагача автоматлар бўлади. Бу автоматларнинг ва КТП ТҚ сидаги чизиқли шкафларнинг сони цех электр таъминоти схемасига қараб танланади. Радиал схема учун автоматлар сони ёритиш шкафларига, конденсатор батареяларига, куч тарқатиш пунктларга ва қуввати 80÷100 кВт дан ортиқ электр ишлатувчиларига кетувчи кабеллар (линиялар) сонлар йиғиндисига тенг бўлиши керак. Электр таъминот системаси схемасини тузишда КТП даги трансформаторлар тахминан тенг юкланадиган қилиб танланиши керак. Ҳимоя ва коммутацион аппаратларини танлашда ўрнатиладиган КТП нинг ПК ТҚ сидаги кириш, секциялараро ва чизиқли автоматлар танланиши керак. Масалан, агар цех учун 2 x 2500 кВА қувватли КТП танланган бўлса, унинг ПК ТҚ сида Э40 кириш автомати, Э25 секциялараро автомати, Э06 ва Э16 туридаги чизиқли автоматларини бўлган шкафлар мавжуд. Ҳимоя аппаратларини танлашда юқоридаги автоматлар узувчиларининг номинал токи  $I_{н.уст}$ , уставка тоқлари  $I_{уст}$  ва  $I_{уст}$  аниқланади.

## 4-БОБ . ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ 1000 В ДАН ЮҚОРИ КУЧ- ЛАНИШДА ТАҚСИМЛАШ

### 4.1. Электр таъминоти схемаларини танлашда умумий принциплар

Электр таъминоти схемасини танлаш лойиҳа-лашнинг муҳим масаласидир. Бу схема ўз ичига таъминловчи линияларни, корхонадаги пасайтирувчи ва тарқатувчи подстанцияларни, корхона ичида электр энергиясини тарқатувчи турли кучланишли линияларни, иссиқлик электр марказини ўз ичига олади. Бу схемани танлашда электр энергия манбасининг кучланишини бевосита истеъмол жойига келтирувчи "чуқур кириш" (глубокий ввод) подстанциялари масаласи кўриб чиқилади. Истеъмолчига яқинлаштирилган подстанция-лар 35-110-154 кВ кучланишларни истеъмолчилар бўлган электр печлари ва ўзгартиргичли подстанцияларга яқин келтиради. Бунда энергия йўқотишлари ва ўтгазгич материаллари иқтисод қилинади.

### 4.2. Корхонани энергосистемадан ва иссиқлик электр маркази бўлгандаги таъминлаш схемаси

Сапоат корхоналарининг асосий электр энергия манбаси энергосистема бўлиб, баъзан иссиқлик электр маркази ҳам қўрилади.

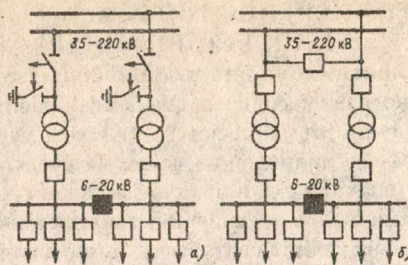
ИЭМ да иссиқлик энергияси ва қисман электр энергияси ҳам ишлаб чиқилади. 100÷150 МВт электр қувватидан бошлаб, ИЭМ реиҗабел ишлайди. ИЭМ энергосистема билан 110 ёки 220 кВ кучланишли линиялар билан боғланади. Қора металлургия корхоналардаги ИЭМнинг электр энергияси шу корхоналар учун етарли бўлмайди. Нефтни қайта ишловчи корхоналардаги ИЭМ дан ортиқча электр энергияси энергосистемага бериллади.

I-тоифага кирувчи истеъмолчилар борлиги 2 та мустақил электр энергия манбасидан электр таъминотини амалга оширишни талаб қилади. 2 та мустақил манба сифатида корхонанинг бош пасайтирувчи подстанцияси (БПП) уланган энергосистеманинг район подстанциясидаги 2 та трансформаторларнинг шиналари ёки ИЭМ даги 2 та генераторларнинг шиналари секциялари олинади. Агар 1 та трансформаторда ёки генераторда шикастланиш натижасида узилишлар рўй берса, 2-трансформатор ёки генератор I-тоифага кирувчи барча истеъмолчиларни ўзига олади. Бунда линиялар резервни автоматик киритувчи қўрилмалар (РАҚ) билан жиҳозланиши зарур.

II-тоифага кирувчи ЭИ ва II учун резерв манбани ходимлар томонидан уланади. Резерв линия ва трансформаторлар иқтисодий томондан асосланиб, сўнгра танланади.

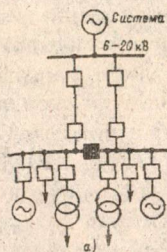
Агар узлуксиз электр таъминотини талаб қилувчи истеъмолчилар қуввати кичик бўлса, 2-мустақил манба чекланган қувватли бўлиши мумкин.

Агар таъминловчи линияларнинг кучланиши 35÷110 кВ га тенг бўлса, электр таъминоти схемасида 35÷110 кВ классдаги трансформаторлар ўриштирилган бир ёки бир нечта бош пасайтирувчи подстанция бўлиб, улар энергосистеманинг район подстанцияларига уланади (4.1-расм).



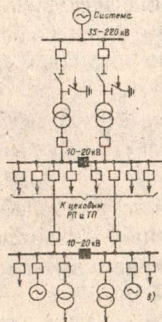
4.1 - расм. БПП ни энергосистемага улаш схемаси.

Агар корхонада ИЭМ бўлса, унинг электр қуввати қисман ёки тўла ишлатилиб, қувватта талабнинг қолган қисми БПП қуриб қондирилади (4.2-расм).



4.2 - расм. Иссиқлик электр марказидан таъминлаш схемаси.

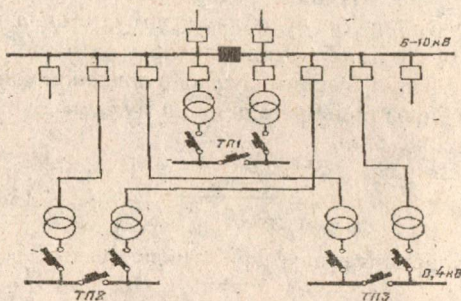
Агар ИЭМ генераторлари кичик қувватли ( $12 \div 15$  МВт гача) бўлса, улар тўғридан-тўғри БПП нинг  $6 \div 10$  кВ ли тарқатиш қурилмасига улашиши мумкин (4.3-расм). Баъзан ИЭМ нинг  $6 \div 10$  кВ ли ТҚ си билан БПП нинг  $6 \div 10$  кВ ли ТҚ орасида истеъмолчиларнинг  $25 \div 30\%$  қувватта мўлжалланган алоқа кабеллари (перемычка) ўтказилади (4.3 - расм).



4.3 - расм. Энергосистемадан ва ИЭМ дан таъминлашнинг умумий схемаси.

БПШ нинг 35-110 кВ ли томони соддалаштирил-ган схема билан йиғма шиналарсиз ва ўчиргичларсиз қурилади. Бу ерда трансформаторларга тўғридан-тўғри ҳаво линиясини келтириб улаш (глухое соедине-ние), трансформаторни узгич (разъединитель) орқали таъминловчи ҳаво линияларига улаш, қисқа туташтиргич ва ажратгич орқали улаш схемала-ри шиклантилади.

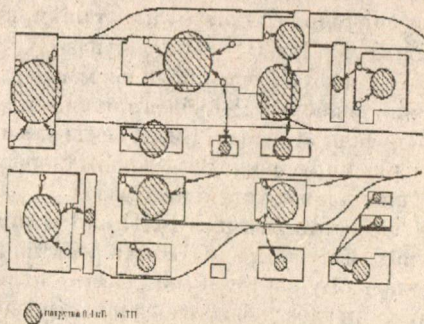
Кичик қувватли корхоналар 6÷10 кВ қучланиш остида район под-станциясига ёки шаҳар электр тармоқларига уланади (4.4-расм).



4.4 - расм. Кичик қувватли корхонани 6-10 кВ қучланиш остида таъминлаш.

#### 4.3. Корхона бош режасида юкламалар картограммасини қуриш

ЭИ ва II лар юкламаларини цех ичида ва цехлар бўйича тарқалишни кўрсатувчи режага юкламалар картограммаси деб айтилади. Кар-тограммани ЭИ ларнинг цехлардаги жойлашини режасида қурилади. Агар картограммани корхонанинг бош режасида қурилса, ЭИ сифатида цехлар кўрилади. Картограммалар актив ва реактив юкламалар учун алоҳида қурилади (4.5-расм).



4.5 - расм. Юкламалар картограммаси.

Юкламалар картограммасини цехлар юкламаларига майдонлари маълум масштабда мос келувчи доиралар кўринишида бош режада чизиш кенг тарқалган. Бу доираларнинг маркази цехларнинг юкламалар маркази (ЭЮМ) да жойлашади. Дастлаб, 380 В кучланишли юкламалар учун картограмма қурилишни кўрамиз. Картограмма қуриш учун ҳар бир цехнинг юкламасига майдони маълум масштабда муттаносиб (пропорционал) бўлган доираларнинг радиуслари топилади :

$$R_i = \pi \cdot R_1^2 \cdot m \quad (4.1)$$

Бу ерда  $\pi = 3.14$ ;  $R_i$  - доира радиуси,  $m$  - масштаб;  $m$  нинг қиймати барча доиралар учун бир хил бўлиб, қуйидагича топилади. Юкламаси энг катта ( $P_{x, \text{макс}}$ ) цех олиниб, унинг планида ихтиёрий  $R_{\text{макс}}$  радиусли доира чизилади. Радиус узунлиги шундай олинадики, доира цех режасини четлардан ҳатто бироз ташқарига чиқиши мумкин. Бунда, (4.1) дан масштаб  $m$  ни топиш мумкин.

$$m = \frac{P_{x, \text{макс}}}{\pi \cdot R_{\text{макс}}^2} \quad (4.2)$$

Қолган цехларнинг радиуслари қуйидагича топилади:

$$R_i = \sqrt{\frac{P_{xi}}{\pi \cdot m}}, \text{ см} \quad (4.3)$$

Бу ерда узунлиқни ўлчаш учун энг қулай ўлчов бирлиги сантиметр (см) ҳисобланади.  $P_{\text{хц}} = P_{x, \text{куч}} + P_{x, \text{ериг}}$  бўлгани учун доирадан майдонни ёритиш юкламасига тенг бўлган  $\alpha$  сектор ажратилади. Бу секторнинг бурчаги қуйидаги формула билан ҳисобланади :

$$\alpha_1 = \frac{P_{x, \text{ериг}}}{P_{\text{хц}}} \cdot 360^\circ \quad (4.4)$$

Агар цехда 6, 10, 35 ва 110 кВ кучланишли электр ишлатувчилар ва истеъмолчилар бўлса, унда қуриб бўлинган юкламалар картограммаси доиралари билан умумий марказга эга бўлган ташқи доиралар чизилади. Цехнинг умумий юкламаси  $P_x = P_{\text{хц}} + P_{x, \text{ю.к}}$  бўида  $P_{\text{хц}}$  - цехдаги 380/220 В'ли юкламалар,  $P_{x, \text{ю.к}}$  - юқори кучланишли юкламалар.

Цехнинг умумий юкламаси  $P_x$  бўйича ташқи доира (доиралар) бизга маълум масштаб  $m$  орқали қурилади. Битта цехда умумий маркази бўлган бир нечта доира чизилиши мумкин. Бир-бирини ўз ичига оладиган бундай доиралар сони кучланишлар сонига тенг бўлади.

Актив қувватлар картограммаси БПП ва РП нинг рационал ўрнатиш жойини танилашга имкон беради. Баъзан реактив юкламалар картограммаси ҳам қурилади. Бу картограмма реактив қувватни ўрнини қолдириш марказлаштирилган тарзда бажарилса ишлатилади.



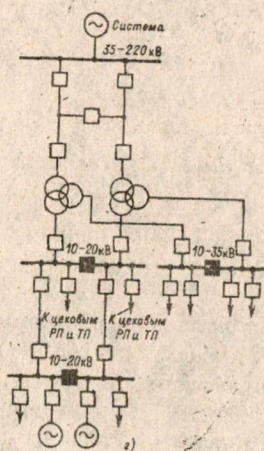
#### 4.4. Корхона ҳудудида электр энергиясини тарқатиш схемалари

Подстанцияларнинг ва тарқатиш пунктларининг бош режада жойлашуви ва уларни ток ўтказгичлар, кабеллар ва ҳаво линиялари билан ўзаро уланиши электр юкламаларига ва ЭИ ларнинг ишончлилик бўйича тоифаларига боғлиқ.

Юкламалар маркази ва алоҳида цехларнинг бош режада жойлашуви, подстанцияларнинг сони ва қуввати, катта қувватли ЭИ лар мавжудлиги ҳам схемага таъсир қилади. Корхона тармоқлари схемасини танлаш анча мураккаб масала бўлиб, бир нечта вариантларда ечимга эга. Бу вариантлардан техник-иқтисодий ҳисоблар асосида энг яхши кўрсаткичларга эга бўлгани танлаб олинади. Бу вариантлар тузишининг асосий шарти - улардаги схемалар бир хил ишончлиликка эга бўлиши керак.

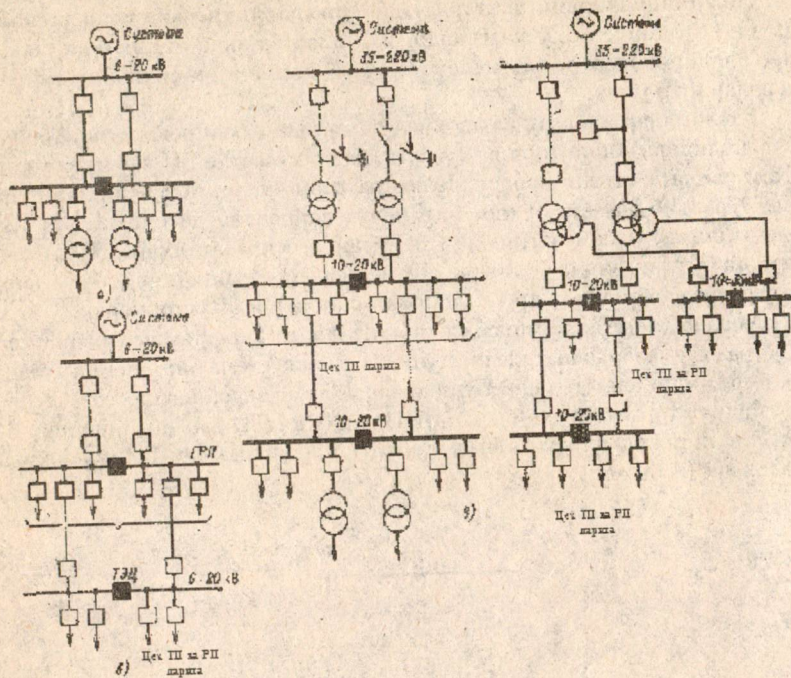
Амалда электр энергиясини тарқатишнинг 2 та схемаси-радиал ва магистрал схемалар ишлатилади. Кўпинча иккила схема бир-бирини тўлдириб, бир вақтда ишлатилади. Буни аралаш схемаси дейилади.

Радиал тарқатиш схемасида БПП дан ёки БТП дан таъминловчи 6-10 кВ ли линиялар ҳар бир ЭИ га, тарқатиш пунктига ёки ТП га алоҳида ўтказилади (4.6-расм).



4.6-расм. 6-10 кВ ли линияларни таъминлаш схемаси

Радиал схема манбадан турли йўналишларда жойлашган катта-катта тўйланган юкламалар бўлганда ишлатилади. Тез ўзгарувчан юкламалар бўлганда радиал схема ишлатилса, уларнинг бошқа ЭИ лар ишига таъсири камайди.



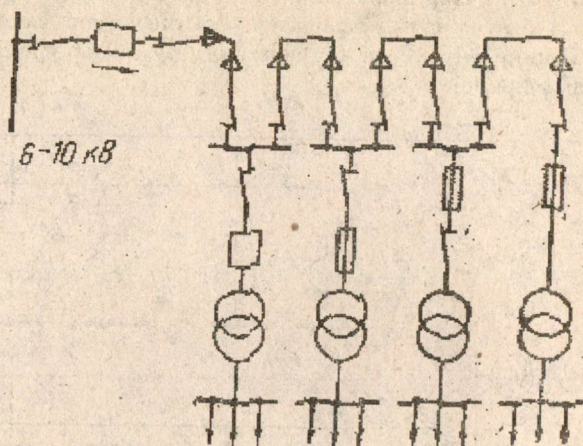
4.7-расм. Оралиқ ТҚ (РП) ларни ўз ичига олган радиал тарқатиш схемаси.

Радиал схеманинг афзалликларидан - агар 1 та линия шикастланса ёки таъмирлангача ўчирилса, фақат битта ЭИ узилади.

Радиал схема кўпинча 2 погонали бўлади: 1-погонага БПП дан РП ларгача ва 2-погонага РП дан ЮК моторларигача ва ТП трансформаторларигача бўлган қисмлар киради (4.7 - расм).

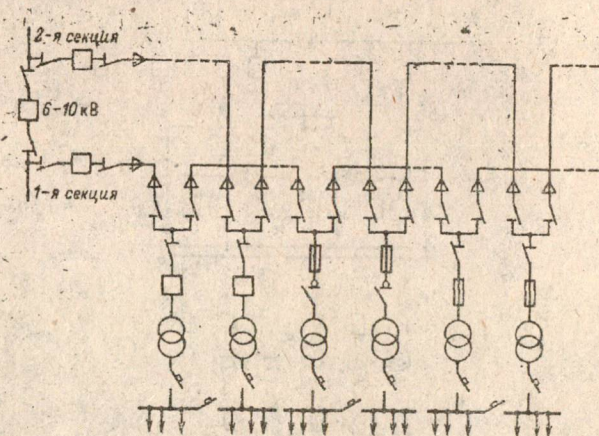
Магистрал схемада 1 та ёки 2 та параллел линиядан бир нечта истеъмолчи таъминланади.

Магистрал схемалар якка, жуфт (қўш) линиялардан иборат бўладилар.  
 а) Якка магистралли схема энг арзон бўлиб, тўхтовсиз ишлайдиган технологик линиялардаги ЭИ ларни таъминлаш учун ишлатилади. Бу магистрал бир томондан таъминланиши керак (4.8 - расм).



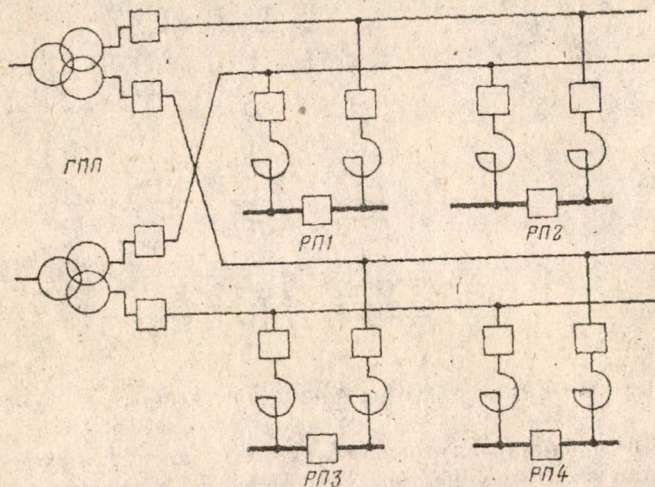
4.8 - расм. Якка магистрал линиядан таъминлаш схемаси.

б) Қўш магистраллар ишлатилган схемалар муҳим аҳамиятли ва технологик жиҳатдан ўзаро унча боғланмаган ЭИ ларни таъминлаш учун қўлланилади. Бу схема йирик бир корхонанинг бир нечта БПП сени ҳаво линиялари билан, БПП дан тарқатиш қурилмаларини ток ўтказгичлар ёрдамида, БПП дан ёки ТҚ дан бир нечта ТП ни кабеллар билан таъминлашда ишлатилади (4.9-расм).

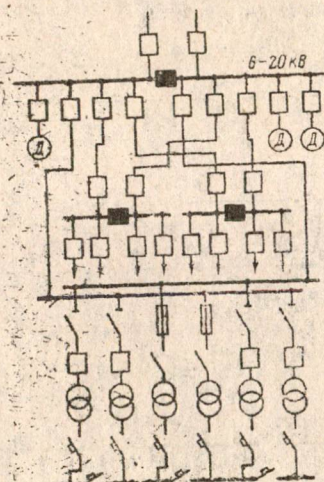


4.9-расм. Ўтиб кетувчи иккиталик магистраллар ишлатилган магистрал схема.

Ток ўтказгичлар ишлатилган магистрал схемалар (4.10-расм) да 6-35 кВ ли тарқатиш қурилмалари ток ўтказгичлардан таъминланади. Бу ҳолда БПП нинг 6-10 кВ ли ТҚ сидаги оғир узгичлар ўрнатилган ячей-калар иқтисод қилинади.



4.10-расм. Тарқатиш пунктларини ток ўтказгичлар билан таъминлашнинг магистрал схемаси.



4.11-расм. Ички электр таъминотининг аралаш тарқатиш схемаси.

в). Аралаш (радиал-магистрал) схемалар қуввати ва юклама графиклари турлича бўлган, ЭТ даги ишончлилиқ тоифаси ҳар хил ЭИ лар бўлган йирик корхоналар учун ишлатилади (4.11 - расм). Бунда йирик ва масъулиятли истеъмолчилар радиал схема бўйича уланади. Ҳурғача ва кичик қувватли истеъмолчилар гуруҳларга тўпланиб, магистрал схема бўйича уланади.

Ҳазор резервлаш принципи схема танлашга катта таъсир кўрсатади. 1-тоифага кирувчи ЭИ лар 2 та мустақил манбадан таъминланиши керак.

Иккинчи манба сифатида электростанция ва подстанциянинг йиғма шиналаригина эмас, балки наст қучланишли "кўприк" лар ("перемычка") ҳам ишлатилиши мумкин.

1-тоифанинг алоҳида туруҳига киритилувчи жуда муҳим ЭИ лар учун 3 та бир-бирдан мустақил манбадан электр таъминоти бўлиши керак. Бу манбалардан истеъмолчиларга кабель линиялари турли трассалар бўйича ўтказилиши ёки 2 та 1 занжирли ҳаво линиялари қўлланилиши керак.

#### 4.5. Кабелларни ўтказиш тизимлари

а). Қучланиши 6-110 кВ ли кабелларнинг маркалари ва конструкциялари Корхона ичида электр энергиясини тарқатиш учун кабеллар ва ток ўтказгичлар, баъзан ҳаво линияларида ҳам ишлатилади.

Электр таъминоти тизимларида 6, 10, 20, 35, 110 ва 220 кВ ли кабеллар ишлатилади. 6-10 кВ қучланишларда В-1 ва В-1а синфидаги ПХ хоналарда мис томирли СБГ ва СБГВ кабеллари, қолган хоналарда алюминий кабеллар ишлатилади. Қоғоз изоляция оддий кабель массаси билан шимитилган бўлса, 100 метр оралиқда сатҳларнинг фарқи 15 метрдан ортмайдиган трассада ўтқизилиши керак. Трассаларда қиялик ва вертикал (тик) участкалар кўп бўлса, махсус оқиб тушмайдиган резини массаси билан шимитилган қоғоз изоляцияли кабеллар ишлатилади. Унинг маркасига Ц харфи қўшилади. Масалан: ЦСБГ. Ундан ташқари кабель массаси камроқ шимитирилган кабель ҳам юқоридаги ҳол учун ишлатилади. Бунда маркаси охирига В харфи қўшилади: ААБВ - қоғоз изоляцияли, алюминий томирли ва қобиқли, зирҳли, коррозияга қарши қопламали, вертикал ўтказиш учун чиқарилган кабель.

20 кВ ва 35 кВ қучланишли кабеллар маркаси: АОСБГ-фаза томирлари алоҳида қўрғошин қобиқли, АОСК-думалоқ пўлат симлардан зирҳли.

110 кВ ли кабеллар ёғ тўлдирилган, бир фазали бўлиб, мис томир ичида ёғ босим остида бўлади. Мис томир тўғри бурчакли кесимли симлардан қувур қилиб эшилган бўлиб, симлар орасидаги тирқиш (зазор) дан ёғ ташқарида ўралган қоғоз изоляцияни ёглаб туради. Қуйидаги маркалари бор: МНСА-110-ёғ тўлдирилган наст босимли (1кг/см<sup>2</sup> гача), МССА

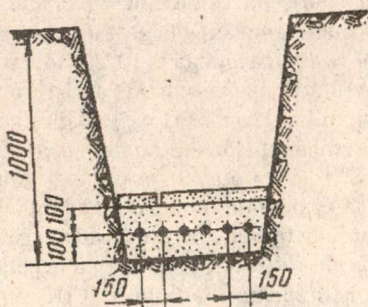
- ўрта босимли (3кг-с/см<sup>2</sup> гача)-асфальт қопламали бўлиб, траншеяда ётқизилади.

Туннелларда МСС, МССШв ва МСАВ маркали ўрта босимли кабеллар кўпроқ ишлатилади. Улар қўр-ғошн қобиқда 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 625, 800 мм<sup>2</sup> алюминий қобиқда 150, 185, 240, 270 мм<sup>2</sup> ли кесимларга эга.

### б): Кабелларни ётқизиш усуллари

Қорхона ҳудудида кабеллар трассаларини ва ётқизиш усулларини танлаш муҳим масала ҳисобланади. Трассаларни танлашда турли ер ости ва ер усти коммуникацияларни (сув ва газ қувурлари, канализация, телефон ва бошқалар) ҳисобга олиш лозим. Машинасозликда уларнинг сонини 20 тагача, кимё ва нефтни қайта ишлашда ундан ҳам ортиқ бўлади. Темир йўллар, автомобил йўллари, цехлар биноларини ҳам кабель трассаларини четлаб ўтиши керак. Бошқа коммуникациялар билан кесишув жойларининг кўндаланг кесимлари чизмалари ётқизилган чуқурликларини кўрсатилган ҳолда чизилиши лозим.

Кабеллар ётқизишнинг энг содда усули уларни ер ости траншеяларида, 10 кВ гача қучланишда 0.7 метр чуқурликда ва 20-35 кВ да 1 метр чуқурликда ётқизишдир (4.12-расм).



4.12 - расм. Кабель траншеялари.

Траншея тубининг кенглиги 300-1000 мм бўлиб, унда 6-8 тагача кабеллар қалинлиги 100 мм ли қум кўрпасида илон пзи қилиб ётқизилади. Бунга сабаб улар ток ўтишидан қизиганда деформацияланади. Кабеллар орасидаги масофа 150-300 мм қабул қилинади. Кабель устидан 100 мм қалинликда қум ёки эланган туپроқ ташлангандан сўнг, кейинги қовлашда кабель шикастланмаслиги учун устига гишт ёки темир-бетон плиталар ётқизилади. Иккита кабель трассаси кесишган жойда ҳамда кабель бошқа коммуникациялар билан устма-уст ўтган жойларда пўлат ёк асбоцемент қувурларда ўтказилади.

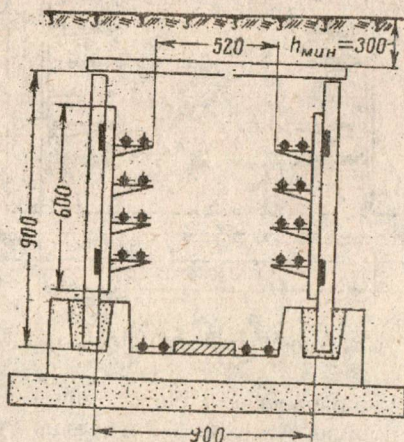
Алюминий қобіқлар кабелларни нефть-кимё корхоналарининг кимёвий актив тупроғида, ер ости сувлари юқори жойларда ўтказилганда коррозиядан шикастланиши амалиётда аниқланди. Бу ҳолларда АСБВ маркали зирҳи устидан қўшимча поливинил-хлорид қобіқли кабель ишлатилади (ААБ ни ишлатиш мумкин эмас).

110 кВ ли 1 томирли ёғ тўлдирилган кабеллар камда 1.5 метр чуқурликдаги траншеяларда ётқизилади. Улар траншеяда учбурчак ҳосил қилиб, бир-бирига ётқизиб жойлаштирилади. Битта траншеяда 2 та 3 фазали занжир ўтказилса, занжирлар орасида темир-бетон плиталар ўрнатилиб, худди шундай плиталар кабеллар устидан ҳам ёпилади.

Траншеяда кабеллар ётқизилишининг афзалликлари қуйидагилар: 1). Оз капитал қўйилмалар сарфланади; 2). Қизин бўйича юқори даражада фойдаланиш.

Камчиликлари: 1). Битта траншеяда оз миқдорда - 6-8 тагача кабель ўтказиш мумкин; кабеллар сони бундан кўп бўлса, оралиғи 2 метрдан бир нечта траншея ўтказиш керак; 2). Агар тупроққа агрессив суюқликлар ёки қайноқ металл тушиб, улар кабелларни емириши мумкин бўлса; 3). Ҳамма кабелларни бирданига ўтказиш керак; 4). Таъмирлаш учун кабелларни траншеядан қовлаб, чиқариш ноқулайлиги;

Агар кабеллар сони 20-50 тагача бўлса, тиник кабель каналлари ишлатилади, каналларнинг деворларида кабель конструкциялари, лотоклар, короблар ўрнатилади, кабелларнинг бир қисми каналнинг полида ётқизилади; каналлар юқоридан темир-бетон плиталар билан ёпилади. Кабель каналлари йиғма темир-бетон элементлардан бажарилиши ёки темир-бетондан бўлиши мумкин (4.13-расм).



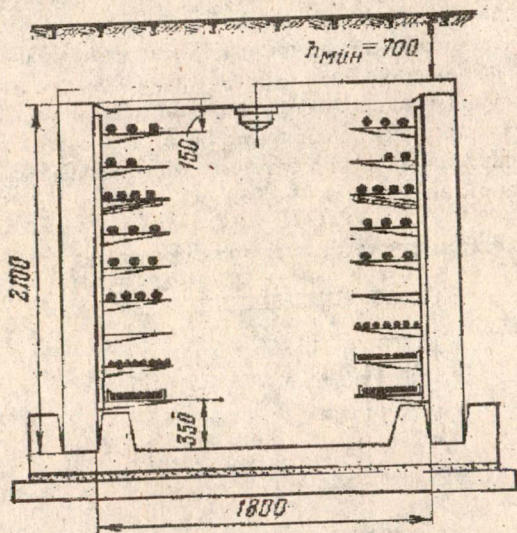
4.13 - расм. Кабель каналлари.

Корхона территориясида кабель каналлари ер остида 300 мм ва ундан ортиқ чуқурликда ётқизилади. Кабеллар сони кўп бўлса, иккиланган ёки 3 деворли каналлар ишлатилади. Автоўллар кесибган жойда ер юзасидан канал тепасигача чуқурлик 0,7 метр, темир йўл билан кесиб-шишда рельс тагидан ҳисоблаб, 1 метр бўлиши керак. Каналда сизиб чиққан сувлар канализацияга ёки сув йиғич (водосборник) га оқиб кетиши учун, 0.1% қиялик билан бажарилади.

Агар корхонада ҳаводан оғир газлар ажралиб чиқса, канал трассасида ҳар 30 метрда қумдан тўсиқлар (диафрагмалар) кўзда тутилади.

Кабель қобигини емирувчи юқори ҳароратли эригилган металллар, кимёвий актив суюқликлар қўйиллиши мумкин бўлган жойларда кабель каналлари қўллаш мумкин эмас.

Кабеллар сони 60-90 тагача бўлган ИЭМ ёки катта қувватли БПД дан чиқиш участкаларида кабелларни туннелларда ўтказилади (4.14-расм). Туннеллар одам юриши мумкин бўлган (баландлиги 2100 мм) ва қисман юриши мумкин бўлган (баландлиги 1500 мм) бўлади. Қисман юришли туннеллар узунлиги 10 м гача йўл қўйилади;



4.14 - расм. Кабель туннеллари.

Туннеллар унификацияланган йиғма темир-бетон конструкцияларидан бажарилиб, минимал чуқурлиги 0.7 м бўлади. Туннеллар эни 1500, 1800, 2100 ва 2400 мм бўлиб, 1500 мм кенликда кабеллар фақат би томондан, қолган ҳолларда икки томонда ўрнатилади.



Туннелларда ёнгинни олдини олиш учун қуриладиган тадбирлар қуйидагича:

1). Поливинилхлорид қобиққли ААШ кабелларни ишлатиш; 2). Муфтларни пўлат қувурларда ҳимоялаш; 3). Трассани узунлиги 200 м дан ортиқ бўлмаган бўлимларга ўтга чидамли эшиклар билан ажратиш; 4). Ёнгин ҳақида сигнализация қўллаш; 5). Асбобцемент плиталарни кабеллар остида конструкцияларида жойлаштириш; 6). Ёнгин чиққанда ҳаво вентилияциясини тўхтатувчи тўсқичлар (заслонка) ўрнатиш.

Туннелларда кабель ўтказишнинг афзалликлари:

1). Ер майдонини иқтисод қилинади; 2). Қўшимча кабелларни хоҳлаган вақтида ўтказиши; 3). Хоҳлаган вақтда осонлик билан таъмирлаш ишларини бажариш.

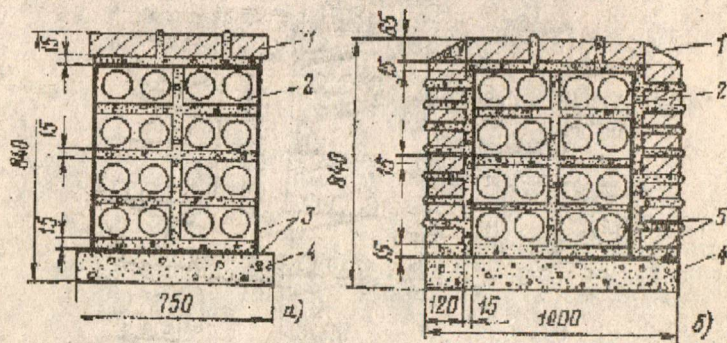
Камчиликлари қуйидагилар:

1). Қуриш қimmatлиги; 2). Ёнгинлар натижасида катта авариялар содир бўлиши; 3). Кабеллар ҳавода ўтказилгани учун, уларнинг ўтказиш қобилияти камаяди;

4). Кучли вентилияция керак, акс ҳолда туннел ичида ҳарорат 50 0 С гача ётиши мумкин; 5). Туннелга кириши мумкин бўлган сувни кетказиш учун дренаж зарур.

Туннелда турли кучланишли кабеллар, назорат кабеллари ва алоқа кабеллари биргаликда ўтказилади. Унда кабеллар кучланиши бўйича юқорида пастга қараб жойлаштирилади. Назорат ва алоқа кабеллари энг пастки полкаларда ўтказилади, муфтлар учун ва кейин ўтказиладиган кабеллар учун бўш полкалар қолдирилади.

Кабелларни адашган тоқлардан ҳимоялаш учун, агрессив тупроқ ва суяқ металл тўкилиши мумкин бўлганда, уни механик ҳимоя кераклиги ҳисобга олиниб кабель блоклари қўлланилади (4.15-расм).



4.15 - расм. Кабель блоклари.

Блоклар 2 ёки 3 тешикли 6 метрли темир-бетон плиталардан, асбомент, керамик ва пластмасса (полиэтилен ёки винилпласт) қувурлардан бажарилади. Плита ёки қувурлардан 16-30 тешикли блоклар йиғилади.

Блокларда қалин қўрғошин қобиқли СГТ маркали кесим юзаси 70 мм<sup>2</sup> гача ёки АСГТ маркали кесим юзаси 70 мм<sup>2</sup> дан ортиқ кабеллар ишлатилади. Блоклар тўғри чизиқ бўйича бажарилади, бурилишлар ва ажралиб кетувчи кабеллар учун қудуқлар қўрилади.

Блоклардаги кабелларнинг йўл қўйиладиган тоқлари қийматлари ПУЭ да берилган 5 та параметрга боғлиқ ҳолда аниқланади:

$$I = abcd * I_0$$

бу ерда а - кесим юзасига боғлиқ параметр (95 мм<sup>2</sup> кесимли кабель учун а=1); в - канал номерига боғлиқ ҳолда олинадиган параметр; с - кучланишга боғлиқ параметр (10 кВ учун с=1); d - бир хил конфигурацияга эга бўлган блоклар орасидаги масофа бўлиб, унинг миқдори қуйидагича тошилади:

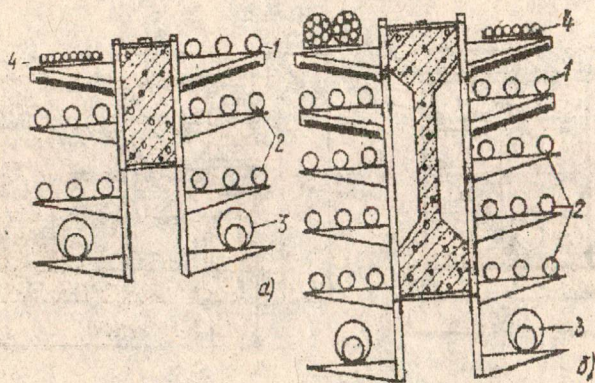
$$d = ( S \text{ ўр.сут} / S_n )$$

бу ерда S ўр.сут - кабелнинг сутгадаги ўртacha юкламасининг миқдори; S<sub>n</sub> - кабелнинг номинал юкламаси.

10 - канал номерига боғлиқ ҳолда 3х95 мм<sup>2</sup> кесим юзали алюминий ёки мис кабелнинг йўл қўйиладиган токи.

Кабель блокларининг асосий камчилиги - қиммат-лилиги ва кабеллар совини шароитини ёмонлашуви оқибатида ток ўтказиш имкониятини камайишидир. Масалан, битталиқ каналда АСГТ маркали 3х95 мм<sup>2</sup> кесим юзали кабелнинг узоқ муддатли токи 147 А дан блокнинг ички каналида 60 А гача камаяди.

Кабелларни эстакада ва галереяда ўтказиш (4.16-расм) қуйидаги ҳолларда ишлатилади:



4.16 - расм. Кабель эстакадалари.

1. Территорияси турли ер ости коммуникациялари билан тўйинган кимё, нефтни қайта ишлаш, металлургия корхоналарида;

2. Турроғи коррозия ва иссиқлик бўйича агрессив бўлган корхоналарда;

3. Ҳаводан оғир газлар кабель каналлари ва туннелларда тўпланиб қоладиган корхоналарда;

4. Доимий музликлар зонасида.

Кабеллар бошқа коммуникациялар билан биргаликда умумий эстакадаларда ёки алоҳида кабель эстакадаларда ўтказилади. Эстакадада кабеллар очиқ ҳавода, қуёш радиациясидан пешайвон ёрдамида ҳимоя остида жойлаштирилади.

Эстакада ва галерея таянчлари орасидаги масофа 12 метр, баъзан 6 метрга тенг.

Кабелларни биноларга киритиш шахта ва қисқа туннел орқали ёки эстакадани тўғридан-тўғри бинога келтириб бажарилади. Эстакада баландлиги йўллар билан кесинган жойларда керакли габаритни таъминлаши керак. Транспорт ҳаракати чекланган жойларда ердан эстакадани пастки кабель қаторигача баландлик 2.5 метр ва ундан ортиқ бўлади.

Умумий эстакадаларда кабелларни иссиқлик қувурларининг иссиғидан ҳимоялаш зарур. Эстакадалар одам юрадиган-бир томонли ёки икки томонли ва одам юрмайдиган конструкцияга эга.

Кабель галереялари 2 хил кўринишли-бир томонли ва икки томонли бўлиб, темир-бетон ёки металл фермада ўрнатилади.

Эстакада ва галереяларнинг турлари қуйидагича тақланнади:

1. Кабеллар сони 15 тагача бўлса, технологик эстакадалар ёки юриб бўлмайдиган эстакада тақланади;

2. 16-50 тагача кабель ўтказилса, бир томонли ёки 2 томонли эстакада олинади;

3. 50-100 та кабель бўлса, икки томонли галерея олинади;

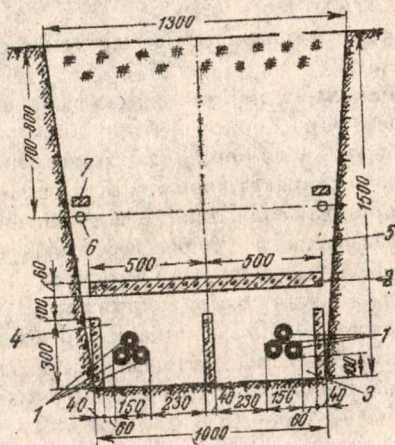
4. 100-120 тадан ортиқ кабель бўлса, 3 томонли (яққиланган) галерея олинади.

110-220 кВ кучланишли линияларни кўриб чиқамиз.

Корхоналар цехлари ва ишлаб чиқариш хоналари жойлашиши зичлиги ортиб бориши корхона ичида ҳаво линиялари ўтказишни қийинлаштиради. Ифлосланган ва агрессив атмосферали корхоналарда ҳаво линиялари ишлатиш янада мураккаблашади. Махсус ҳимоя ва профилактика тадбирлари анча қимматга тушади ва юқори ишончликни таъминламайди. Бундан корхоналарда ҳаво линиялари ўришга 110-220 кВ ли ёғ тўлдирилган кабеллар (ЁТК) ишлатиш мақсадга мувофиқдир. Бу кабелларда ёғ махсус таъминловчи қурилмалар ёрдамида ортиқча босим остида ушлаб турилади. Паст босимли (1 кгс/см<sup>2</sup>), ўрта босимли (3 кгс/см<sup>2</sup> гача) ва юқори босимли (10 кгс/см<sup>2</sup> гача) ЁТК мавжуд.

Корхоналарда асосан 110 кВ ли ўрта босимли кабеллар ишлатилади. Корхона ичкарасига чуқур кирувчи кабеллар узунлиги 1-1,5 км дан

ортмайди. Ўрта босимли кабеллар кўргошин қобиқда 120, 150, 185, 240 (270), 300 (350), 400 (425), 500 (550), 625 ва 800 мм<sup>2</sup> кесим юзали ва алюминий қобиқда 150, 185, 240, 270 мм<sup>2</sup> кесим юзали чиқарилади. Траншеяда нормал шароитда МССА ёки МСАВу кабеллари ва кучайтирилган қобиқли МСАВК ҳамда МССШв кабеллари ишлатилади. Туннелларда МСС, ШССШв ва МСАВ кабеллари, сув остида МССК ишлатилади. Бу кабеллар қуйидаги расмда кўрсатилганидек ётқизилади (4.17-расм).



4.17 - расм. 110 кВ ли ёғ тўлдирилган кабелларни траншеяларда ётқизиш.

ЁТК лар қизиш бўйича танланиб, қисқа туташув токи бўйича термик чидамликка текширилади. Улар жё бўйича текширилмайди.

ЁТК лар траншея ва туннелларда ётқизилади. Траншеяда 3 ва 6 та 1 фазали кабель ётқизилаши мумкин.

Бунда 2 та усул мавжуд. 1-усулда 3 та 1 фазали кабель, бир-бирига, учбурчак ҳолда жойлаштирилади. Агар 1 та траншеяда 2 та занжир бўлса (6 та кабель) улар бир-биридан плита билан ажратилади ва устига ҳам плиталар ёпилади.

Бунда 1 занжирини очиб таъмирланганда, 2 занжир ишлаб туради.

Агар занжирлар сони 2 тадан ортиқ бўлса, кабеллар туннелларда ётқизилади. Фазаларни симметрик ҳолда 1 фаза юқори полкада, 2 та фаза пастки полкада жойлаштирилади.

Кабелларни ички эгилиш радиуси  $R \geq 25(D + d)$  қабул қилинади. Бу ерда  $D$  ва  $d$  билан қобиқнинг ташқи диаметри ва симнинг диаметри белгиланган.

4.6. Кучланиш 1000 в дан юқори бўлган қаттиқ, эгилувчан ва комплект ток ўтказгичлар

Ток ўтказгичлар қуйидаги ҳолларда ишлатилади:

1) Актив қувват максимумидан фойдаланиш соатлари сони катта бўлса ( $T_m = 6000 \text{ ё } 8000$  соат);

2) Йирик қувватлар корхона ҳудудидаги бир неча жойда тўпланган бўлса;

3) Қувват оқимлари йўналишлари чекланган бўлиб, магистрал схема қўллаш учун қулай бўлса.

Электр энергиясини қўп ишлатувчи қора ва рангли металлургия ва кимё саноати корхоналари ток ўтказгичлар ишлатиладиган асосий тармоқлар ҳисобланади.

Ток ўтказгичларнинг кабелларга нисбатан бир қатор афзалликлари бор:

1. Нархи қиммат ва камёб бўлган ЮҚ кабелларни изоляциясиз алюминий шиналар ва симлар билан алмаштириш имконини беради; 2. Шикастланган жойларни тезда таъмирлаш мумкин; 3. Ток ўтказгич тайёр секциялардан йиғилгани учун монтаж ишлари тезлашади. 4. Ўта юк-ланиш қобилияти юқори.

Ишлаб турган турли ток ўтказгичлар ишини текширилганда, уларнинг ишончлиги кабелларга нисбатан юқорироқ экани исботланди.

Ток ўтказгичнинг камчиликлари:

1. Катта реактив қаршилиги истеъмолчиларда кучланиш сатҳининг пасайишига ва зарбли юк-ламаларда катта кучланиш тебранишига олиб келади;

2. Шина бўлақларини ўзаро уловчи ва қурилиш конструкцияларида қўшимча қувват йўқотишлари ҳосил бўлади;

3. Ёпиқ ток ўтказгичда қурилиш қисми қиммат;

4. Битта ток ўтказгичдаги авария натижасида қўпгина истеъмолчилар электр таъминотида узилиш бўлади.

Сўнги камчиликни олдини олиш учун ток ўтказгич иккита ўзаро резервловчи занжирдан иборат бўлиб, барча погоналарда секциялаш ва резервни автоматик улаш ишлатилади.

Ток ўтказгичларнинг қуйидаги конструкциялари ишлатилади:

1. Катта кесим юзали очиқ (изоляциясиз) симлардан бажарилган эгилувчан ток ўтказгич;

2. Қувур, швеллер ва бошқа профиллардан бажарилган балка кўри-нишдаги қаттиқ ток ўтказгич;

3. Турли профили шиналарни осма (подвесные) изоляторларда маҳкамлаб бажарилган ток ўтказгич;

4. Тирик секциялардан йиғиладиган йиғма (комплект) ток ўтказгичлар.

Қаттиқ ток ўтказгичларнинг электродинамик намлик мустаҳкамли-гини таъминлаш мақсадида улар маҳкамлиги юқори бўлган электротех-никавий алюминий қотишмалардан бажарилади.

Ток ўтказгичларини қўллаш қўйидаги қувватлар ва кучланишларда иқтисодий афзалдир:

15÷25 мВА дан ортиқ ..... 6 кВ кучланишда;

25÷35 мВА дан ортиқ ..... 10 кВ кучланишда;

35 мВА дан ортиқ ..... 35 кВ кучланишда.

10÷15 мВА қувват ораллигида баъзи ҳолларда ток ўтказгич ва кабель канализацияси техник-иқтисодий солиштирилиши мумкин. Бундан кичик қувватларда ток ўтказгичларнинг афзаллиги кам.

Ток ўтказгичнинг йўл қўйиладиган максимал узунлиги  $L_{й.к.}$  (предельная длина) унинг бажарилиши, кесими, қувват коэффициенти, кучланишни ростловчи қурилма мавжудлигига боғлиқ. Агар ростловчи қурилма мавжуд бўлса,  $L_{й.к.}$  узунлиги 70÷80% га ортади. Бир хил ўтказиш қобилиятига эга бўлган эгилувчан ток ўтказгичнинг максимал узунлиги қаттиқ ток ўтказгичча нисбатан 20÷25% ортиқ бўлади. Умуман олганда йўл қўйиладиган максимал узунлик 6 кВ да 1.5 км га ва 10 кВ да 2 км га тенг.

Ток ўтказгичларнинг кесим юзасини қўйидаги шартлар бўйича танланади:

1. Кучланиш сатҳи бўйича; бунда ток ўтказгичнинг корхона ҳудудидаги ҳақиқий узунлиги  $L$ , кучланиш ва юклама токига боғлиқ бўлган йўл қўйиладиган узунлиги  $L_{й.к.}$  билан солиштирилади:

$$L \leq L_{й.к.}$$

бўлиши керак.  $L_{й.к.}$  қиймати қаттиқ ва эгилувчан ток ўтказгичлар учун қўйидаги жадваллардан олинади:

4.1 - жадвал. Қаттиқ ток ўтказгичнинг кучланиш сатҳи бўйича чегара қийматлари

Ҳисобий токи, $I_{х,кА}$		4	5	6	7	8	9	10
Ток ўтказгичнинг йўл қўйиладиган узунлиги $L_{й.к.,км}$	6 кВда	0.8	0.7	0.6	0.55	0.5	0.45	0.43
	10 кВда	1.3	1.2	0.95	0.9	0.87	0.84	0.8

4.2-жадвал. Эгилувчан ток ўтказгичнинг кучланиш сатҳи бўйича чегара қийматлари

Ҳисобий ток, $I_{х,кА}$		4	5	6	7	8	9	10
Ток ўтказгичнинг йўл қўйиладиган узунлиги $L_{й.к.,км}$	6 кВ да	1.4	1.25	1.15	1.0	0.9	0.85	0.75
	10кВда	2.5	2.15	1.85	1.6	1.5	1.35	1.25

Ток ўтказгичнинг ҳисобий токи  $I_x$  ни аниқлашда уни 2 та ва ундан ортиқ занжирлардан иборатлиги, ҳар бир занжир иккинчисини авариядан кейинги режимларда резервлаши лозимлиги йўл қўйиладиган ўта юкланишлар билан бирга ҳисобга олинади.

Масалан, агар  $I_x = 5000 \text{ A}$  ва авариядан сўнги ўта юкланиш коэффициентини  $K_{\Sigma, \text{ю.}} = 1,3$  бўлса, ҳар бир занжир  $5000 / 1,3$  ток бўйича танланади.

2). Қизиш бўйича танлаш шарт:

$$I_{\text{й.к.л}} \cdot I_x / K_{\Sigma, \text{ю.}}$$

бу ерда  $I_{\text{й.к.л}}$  - тегишли профилли шинанинг узоқ муддатда йўл қўядиган токи,  $A$  (маълумотномада келтирилган, [A5]);  $I_x$  - ҳисобий юклама,  $A$ .

3). Токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш шарт:

$$s_{\Sigma} = \frac{\Gamma_x}{J_3},$$

бу ерда  $\Gamma_x = I_x / K_{\Sigma, \text{ю.}}$  ҳисобий ток,  $A$ ;  $J_3$  - токнинг иқтисодий зичлиги,  $A / \text{мм}^2$ ;  $S_3$  - иқтисодий афзал кесим юзаси,  $\text{мм}^2$ .

Ҳисоблар кўрсатдики, эгилувчан ва қаттиқ ток ўтказгичлар учун  $J_3 = 0,5 \div 0,7 \text{ A} / \text{мм}^2$  га тенг.

Энг кўп ишлатиладиган ток ўтказгичларнинг иқтисодий афзал кесимлари қуйидаги соддалаштирилган формулалар ёрдамида топилиши мумкин:

а). ИШД изоляторларида ўрнатиладиган алюминий швеллерлардан иборат бўлган ток ўтказгич учун кесим юзаси:

$$S_3 = 0,286 \cdot I_x \cdot \sqrt{m},$$

бу ерда  $m$   $1 \text{ кВт}$  га тенг йиллик актив қувват йўқотишлари қиймати,  $\text{сўм} / (\text{кВт} \cdot \text{йил})$ ;

б). Алюминий қувурларидан йиғилган ток ўтказгичлар учун

$$S_3 = 0,269 \cdot I_x$$

в). Эгилувчан ток ўтказгични ташкил этувчи  $A600$  симларининг иқтисодий афзал сони  $N_3$ :

$$N_3 = I_x \frac{\sqrt{m}}{3400}$$

Ток ўтказгичлардаги ҳосил бўладиган кучланиш носимметрияси қуйидаги формула бўйича топилади.

$$U_{\text{ТЕСК}} = K \cdot \frac{I_x \cdot L}{U_N} \cdot 10^{-3},$$

Бу ерда:  $I_n$  - битта занжирнинг нормал режимдаги токи ( $I_n = I_x$ );  $U_n$  - номинал фазалараро кучланиш,  $\text{кВ}$ ;  $L$  - ток ўтказгичларининг узунлиги,  $\text{км}$ ;  $K$  - ҳисобланган коэффициент қийматлари 4.3-жадвалда берилди.

Икки занжирли ток ўтказгичнинг узиб қўйилган (ишламаётган) зан-

жирида ишлаётган занжир таъсирида  $U$  кучланиш пайдо бўлади, унинг қиймати қисқа туташув вақтида энг катта бўлади ва қуйидагича топилади:

$$U = K \cdot I_3 \cdot L,$$

бу ерда:  $I_3$  - 3 фазали қисқа туташув (қ.т.) зарб токининг таъсир

этувчи қиймати ( $I_3 = i_3 / \sqrt{2}$ );  $L$ -ток ўтказгичнинг узунлиги, км;

$K$  - ҳисобланган коэффициент, қийматлари 4.3-жадвалда келтирилади.

Симметрик ток ўтказгичлардаги кучланиш носимметрияси 2 % дан ортмайди. Пайдо бўлувчи кучланиш  $U$  анча катта хавфли қийматларга эга бўлиши мумкин. Шунинг учун узиб қўйилган ток ўтказгичда ходимлар ишлаши учун хавфсизлигини таъминловчи қисқа туташувчи симлар (закоротки) трасса бошида, ўрталарида ва охирида уланади.

Қаттиқ ток ўтказгичлар конструкциясини кўриб чиқамиз. Қаттиқ ток ўтказгичлар таянч ёки осма изол-яторларда монтаж қилинадиган шиналар пакетидан иборат. Бир хил ток ўтказилганда қаттиқ ток ўтказгичлар кабеллардан 2 баробар арзон, бир хил қувват йўқотишларида эса 5÷43% га арзондир. Ток ўтказгичларда актив қувват йўқотишларидан ташқари "сирт эффекти" ва "яқинлик эффекти" натижасида қўшимча қувват йўқотишлари сирт эффекти коэффициенти ва яқинлик эффекти коэффициенти  $K_n$  орқали аниқланади. Шиналар пакетида қўшимча йўқотишларнинг умумий коэффициенти  $K_k$  қуйидагича топилади:

$$K_k = K_c \cdot K_n$$

Ток ўтказгичнинг ток ўтказиш қобилиятини ошириш учун  $K_k$  нинг кичик қийматини таъминловчи ва қувват йўқотишларини камайтирувчи профилилар, масалан, қутисимон, тўла квадрат, бурчаклари "иккита Т" профилилари, қувурлар ишлатилади. Тўрт бурчак кесими текис шиналар сонини 1 та пакетда 2 тадан ортмаслик керак, агар ҳолда шиналардан фойдаланиш камаяди.

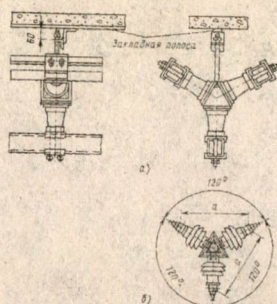
4.3 - жадвал. Қўп ишлатилувчи ток ўтказгичлар учун  $K$  ва  $K'$  коэффициентларининг қийматлари :

№	Ток ўтказгич тури	$K$	$K'$
1.	Симметрик қаттиқ ток ўтказгичлар	0.14	0.017
2.	Эгилувчан ток ўтказгичлар	0.106	0.021
3.	Алюминий қувурлардан ясалган қаттиқ ток ўтказгичлар	0.06	0.02

Симметрик қаттиқ ток ўтказгич энг рационал конструкцияга эга (4.18 расм).



4.18-расм. Симметрик қаттиқ ток ўтказгичлар.



а). Хона ичида ўрнатиладиган ток ўтказгич;

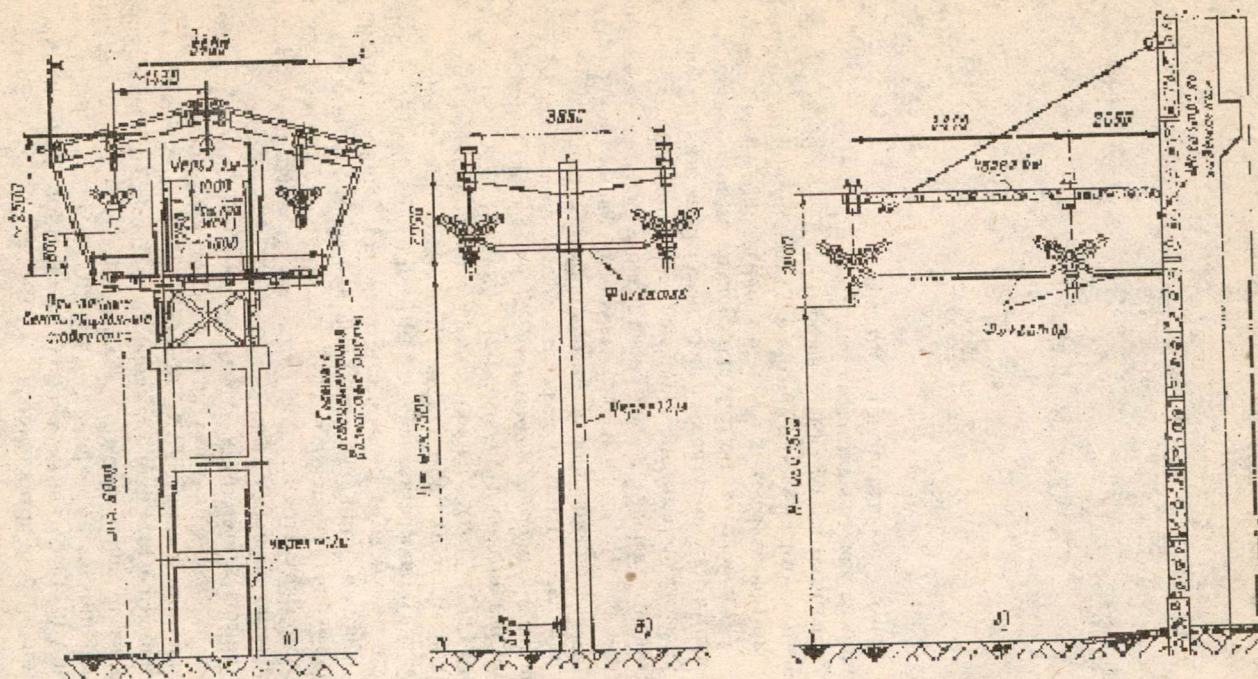
б). Ташқарида ўрнатиладиган ток ўтказгич.

Бу ток ўтказгичларда ОМД (4.18-расм,а) ёки ИШД (4.18-расм,б) тишидаги таянч изоляторларда ҳар бир фаза 2 та алюминий швеллердан бажарилиб, улар (фазалар) тенг томонли учбурчакнинг учларида жойлаш-тирилади. Фазаларни симметрик жойлашуви ва токни шиналарда текис тарқалгани учун бу ток ўтказгичларда фазалари вертикал жойлаш-тирилган ток ўтказгичлардагига нисбатан қувват йўқотишлари 2ё2.5 марта камроқ, реактивлиги ҳам кам. Бу ток ўтказгичларда фазалар транспозицияси қўлланилмайди. Натижада электр ва қурилиш қисми арзонлашади, яшн қайтаргич осон бажарилади ва монтаж ишлар тезлашади.

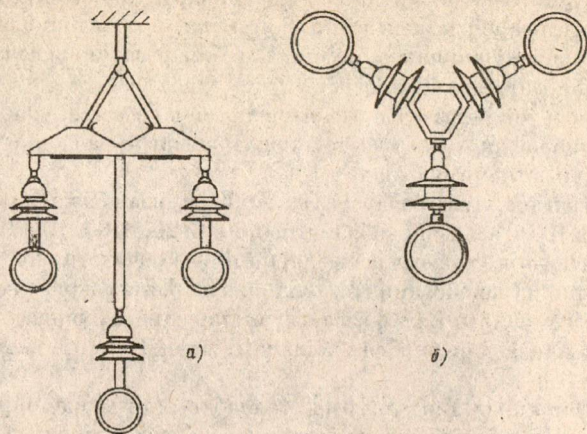
Тўғри секциялар узунлиги 6 метрга тенг бўлиб, фазалараро масофа 1.5 м бўлганда электродинамик маҳкамлиги 206 кА га тенг. Тишик шина-лар пакетининг размерлари қуйидагича: 2(100x45x6); 2(125x55x6.5); 2(150x65x7); 2(175x80x8). Уларнинг ток ўтказиш қобилияти тегишли равишда 3500, 4640, 5650, 6430 А га тенг. Ток ўтказгичлар ёпиқ эстака-ларда (4.19-расм,а), очиқ эстакаларда (4.19-расм,б) ёки бинолар девор-ларининг ташқи томонида (4.19-расм,в) ётказилади. Очиқ усулда ётқи-зиш ёпиқ галереяга нисбатан қурилиш қийматини 4-5 марта камайтири-лади, агар девор бўйича ўтказилса, яна 2-2,5 марта арзонлашади.

Осма изоляторларда ўтказиладиган қаттиқ ток ўтказгичларнинг (4.20-расм) ишончлилиги юқорироқ бўлади.

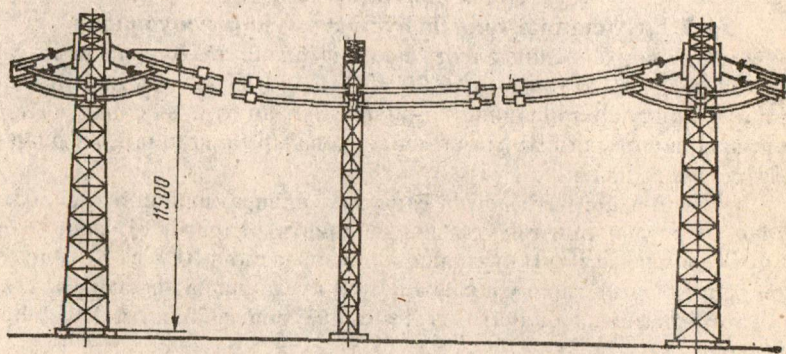
Ҳозирги пайтда алюминий қувурлар ичида ўтказилган пўлат сим (тросс) кўтариб турувчи осма ток ўтказгичлар ҳам қўлланилади (4.21-расм). Бунда алюминий маркаси АДО бўлиб, унинг ўтказиш қобилияти алюминий қотишмаси АДЗ1Т1дан 6% юқори. Бу қотишмадан "ўзини кўта-риб турувчи балка" кўринишли қувур шинали ток ўтказгичда бажарилади [А-3]. Қувурларнинг диаметрлари 100; 140; 210 ва 240 мм. Ток ўтқа-зиш қобилияти АДЗ1Т1 қотишма учун 2640, 4700, 5200, 7630, 9150 А. АДО қотишманики 6% га ортиқ олинади.



4.19 - расм. Қаттиқ ток ўтказгичларни ўтказиш усуллари  
 а) ёшиқ эстакада; б-темир бетон таянчларда; в-бино деворида.



4.20-расм. Осма изоляторлардаги қаттиқ ток ўтказгич.



4.21 - расм. Тросга осилган 6-10 кВ ли қувурли ток ўтказгичлар.

Комплект ток ўтказгичлар кимёвий актив зонада, портлаш ва ёнғин хавфи бор муҳитда ишлатилмайди, чанг муҳитда ишлатиши мумкин.

Комплект қаттиқ ток ўтказгичлар 10 кВ қувватига ва 1600 ва 2500 А токка ишлаб чиқарилади. Улар 500 мВА қисқа туташув қуввати-га ва 75 кА зарб токига мўжжалланган. Бу ток ўтказгичлар думалоқ алюминий қобиқ (кожух) ичида таянч изоляторларида симметрик жойлаштирилган очиқ алюминий шиналардан иборат. Комплект ток ўтказгичлар, асосан, БПП трансформаторидан 6-10 кВ ли ТҚ га электр энергиясини олиб келишда ишлатилади.

Эгилувчан ток ўтказгичлар катта токларда ишлатилиб, осма ва тортма изоляторлар ёрдамида темир-бетон ёки металл таянчларга осилган ҳаво линияси кўринишида бўлади. Ҳар бир фаза бир неча алюминий ёки мис симлардан таркиб топади.

Эгилувчан ток ўтказгичда изоляторлар сони камаяди, улар арзонроқ ва ишончли ишлайди. Аммо, электр линияси каттароқ майдонни эгаллайди ва умумий қиймати ортиқ бўлади.

Эгилувчан ток ўтказгичлар фазаси А600 симидан бажарилиб, симлар сони 4,6,8 ва 10 га, ўтказиш қобилияти 4080, 6120, 8160, 10200 А га тенг.

Эгилувчан ток ўтказгичда симларнинг фаза ичидаги жой алмаштириш принципи (транспозиция) қўлланилади. Битта жой алмаштириш цикли пролет узунлиги  $L$  ва фазадаги симлар сони  $n$  бўйича  $L/n$  га тенг. Битта цикл ичида ҳар бир сим айлана бўйича 1 марта тўла айланиб чиқади.

Икки занжирли ток ўтказгич эгадлаб турган майдоннинг эни 24 метрга тенг. Ушлаб турувчи изоляторлар шодаси (гирлянд) ердан 15 метр баландликда ўтказилади.

#### 4.7. Подстанциялар ва электр тармоқларининг номинал кучланишини танлаш

##### 4.7.1. Кучланиш танлаш бўйича умумий тушунчалар

Саноат корхонасини электр энергия билан таъминлашда ва уни корхона ичида тарқатишда 6,10,20,35,110,154 ва 220 кВ га тенг стандарт кучланишлар танланиши мумкин. Бундан ҳам юқори кучланиш юкламалари бир млн.кВт дан ортиқ корхоналар (алюминий заводлар ва ҳ.к.з) да ишлатилади.

Кучланиш қиймати ошган сари ЮК аппаратларининг нархи ҳам ортади, аммо уларнинг ток ўтказиш қобилияти юқорироқ бўлади. 6 ва 10 кВ кучланишларда 10 кВ кучланишга чиқариладиган КРУ ва КСО шкафлари ўрнатилади. Агар шу шкафлар 6 кВ кучланишда ишлатилса, уларнинг ток ўтказиш қобилияти ва қ.т.т. ни узиш қобилияти 1,67 марта камаяди.

35 кВли ўчиргичларнинг узиш қуввати 2ё3 марта, кабелларнинг ўтказиш қобилияти 3,5 марта 10 кВли ўчиргич ва кабелларга нисбатан юқоридир.

110 кВ ли узгич ўрнатилган ячейканинг узиш қуввати 2500 МВА (10 кВли ўчиргичники 350 МВА га тенг), нархи яна ҳам юқорироқ (35 кВли ўчиргичга нисбатан 5 марта) бўлса ҳам, ўтказиш қобилияти 3 марта юқоридир. Қуйидаги 4.4-жадвалда траншеяда ётқизилган,  $J_0 = 1.2$  А/мм<sup>2</sup> билан ишлайдиган ва кесим юзаси 3х120 мм<sup>2</sup> бўлган кабель ўтказиш қобилиятига ва 1 км узунлигининг қийматига кучланиш миқдорининг таъсири келтирилган.

Жадвалдан кўришиб турибдики, 6 кВ дан 10 кВга ўтиш энг фойдали, чунки унда узатилаётган қувват 1.67 марта ортади ва солиштирма

қиймати 35 % га камаяди. 10 кВ дан 35 кВ га ўтишда солиштирма қиймати 15% га камаяди.

6 ва 10 кВ ли цех трансформаторлари бир хил қийматга ва қувват йўқотишларига эгадир.

Тўғрилагичлар учун трансформаторлар 6-10-35 кВ да бажарилади. 25 кА иккиламчи токка, 450 В ва 850 В иккиламчи кучланишга эга бўлган ТДНПВ турида трансформаторлар 10 кВ ва 35 кВ га тенг бирламчи кучланишга чиқарилади.

4.4 - жадвал. 3x120 мм<sup>2</sup> кесимли кабелнинг турли кучланишлардаги техник - иқтисодий кўрсаткичлари

Кучланиш, кВ	Кабель маркази	Ўтказиладиган қувват, мВА	Қиймати, м. сўм/км	Солиштирма қиймати, сўм/(кВА-км)
6	АСБ	1.5	4.22	2.82
10	АСБ	2.5	4.65	1.85
20	АОСБ	5.0	10.65	2.13
35	АОСБ	8.75	14.0	1.6
110	МССВ	75.0	150.0	2.0

Эслатма: МССВ кабелни 3 (1x150) мм<sup>2</sup> кесим юзасига эга.

Электр печларининг трансформаторлари 15 мВА гача 6-10 кВ, 45 мВА гача 35 кВ 60 мВА дан ортиқ қувватда 110-154 кВ кучланишга чиқарилади. Корхона ичида электр энергияни тақсимлаш тармоқларининг асосий кучланиши 10 кВ га тенг. 6 кВ кучланишни корхона электр таъминотида агар манбанинг кучланиши 6,3 кВ га тенг бўлса ёки қуввати 300÷630 кВт моторлар кўп бўлса ишлатилади. 35 кВ кучланишни корхона цехлари катта ҳудудда тарқалган бўлса, уларнинг таъминлаш учун ишлатилади.

110 кВ ва 35 кВ кучланишлар корхона БПП сонини таъминлаш учун ишлатилиб, техник - иқтисодий ҳисоблар асосида танланади. Энергияни кўп ишлатувчи цехлари бўлган йирик корхоналарда кучланиши 110 кВ ли бир неча БПП шу цехлар яқинида жойлаштирилади. Бу ҳолда 110 кВ кучланиш тарқатувчи кучланиш бўлиб, 10 кВ ли тарқатиш тармоқларини қисқартириш имконини беради.

220 кВ кучланиш йирик алюминий заводларини таъминлаш учун ишлатилади. ЭТС учун кучланиш танлаш схема танлаш, трансформаторлар қувватини ва сонини танлаш сингари асосий масалалардан ҳисобланади. Чунки кучланиш бўйича электр узатиш линияларнинг параметрлари, подстанциялар ва электр тармоқлари, электр жиҳозлари танланади, кучланишга капитал қўйилмалар миқдори, рағбатли металл сарфи, электроэнергия йўқотишлари ва эксплуатацион сарфларга боғлиқ бўлади.

Электр энергия манбасидан электр ишлатувчи-ларига энергияни узатишда керакли капитал сарфлар узатилаётган қувват  $S$  га ва манба билан истеъмолчи орасидаги масофа  $L$  га боғлиқ.

Капитал қўйилмалар қўйидагича аниқланади:

$$K = K_{\text{л}} + K_{\text{ЭЖ}} + K_{\text{К.К}} \quad (4.18)$$

бу ерда:  $K_{\text{л}} = K_{\text{ЛИН}} \cdot L$ ;  $K_{\text{ЛИН}}$  - 1 км узунликдаги линиянинг нархи, [А5];  $L$  - линиянинг узунлиги, км.

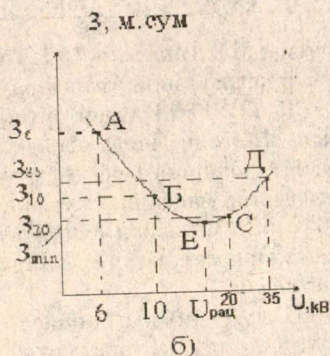
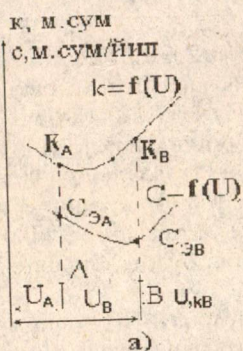
КЭЖ - электр жиҳозлари (ўчиргичлар, узгичлар, ажратгичлар, қисқа туташтиргичлар, ўлчов трансформаторлари, реакторлар, шиналар, куч трансформаторлари разрядниклар ва ҳ.к) ни ўрнатиш учун сарфланадиган капитал сарфлар;

$K_{\text{К.К}}$  - ЭТС даги электр энергия йўқотишларини қоплаш учун манбага сарфланадиган қўшимча сарфлар.

Эксплуатацион сарфлар:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{и}} + C_{\text{а}} + C_{\text{п}}$$

Бу сарфлар электр энергия йўқотишлари қиймати ( $C_{\text{и}}$ ), амортизация ажратмалари ( $C_{\text{а}}$ ) ва эксплуатацион ходимларга сарф ( $C_{\text{п}}$ ) лардан иборат бўлади.



4.22-расм. Капитал қўйилмалар ва эксплуатацион сарфларнинг кучланишга боғлиқлиги,  $S = \text{const}$ ,  $L = \text{const}$  деб олинган.

4.22-расмлардаги чизиқлар (графиклар) дан кўришиб турибдики,  $K$  ва  $C$   $U_A$  ва  $U_B$  кучланишларда минимал қийматларга эга.  $U_{\text{РАЦ.К}} = U_A$  ва  $U_{\text{РАЦ.С}} = U_B$  капитал сарфлар ва эксплуатация сарфлар бўйича рационал кучланишлар деб аталади. Кўпинча  $B$  нуқтаси  $A$  нуқтадан ўнроқ ( $U_{\text{РАЦ.К}} < U_{\text{РАЦ.С}}$ ) жойлашади.

Агар рационал стандарт кучланиш 2 та вариантдан ( $U_1$  ва  $U_2$ ) капитал сарфлар  $K_1$  ва  $K_2$ , эксплуатация сарфлари  $C_1$  ва  $C_2$  ни аниқлаб

тавланса ҳамда  $K_1 > K_2$  ва  $C_1 < C_2$  бўлса, ортиқча капитал сарфларини қоплаш муддати  $T_{\text{к.м.}}$  топилади.

$$T_{\text{к.м.}} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1}$$

бу ерда  $K_A, K_B, U_A$  ва  $U_B$  кучланишларидаги капитал сарфлар;  $CA$  ва  $CB$  иккала вариантдаги эксплуатацион сарфлар;

Агар вариантлар сони 2 тадан ортиқ бўлса, йиллик келтирилган сарфлар формуласидан фойдаланилади:

$$Z = C_0 + K_{\text{н.э}} K$$

Бу ерда:  $кн.э$  - капитал сарфлар эффективлиги меъерий коэффициенти:  $кн.э = 1/T_{\text{к.м.н}} = 1/8 = 0.125$  ( $T_{\text{к.м.н}} = 8$  йил капитал сарфларнинг нормадаги қопланиш муддати) 4.21,6 расмида йиллик келтирилган сарфлар  $Z$  нинг кучланиш  $U$  га боғлиқлиги графиги келтирилган. Бу графикдаги  $Z$  мин нуқтасига мос келувчи Урац кучланиши умумий ҳолда ностандарт бўлиб, уни аниқлаш учун А, В, С ва Д нуқталаридан ўтувчи эгри чизиқ (график) формуласи аналитик усуллар ёрдамида топилади. Бу эгри чизиқнинг минимал нуқтаси  $Z$  мин қиймати рационал ностандарт кучланига мос келади. Бу аналитик усулларга Ньютон, Лагранж, интерполяция назариялари киради [А1]. Аммо бу усуллар бўйича топиладиган Урац ва  $Z$  мин қийматлари, асосан, назарий аҳамиятга эга бўлиб, амалда техник иқтисодий ҳисоблар асосида энг кам  $Z$  мин ни таъминловчи стандарт рационал кучланиш  $U_{\text{рац}}$  аниқланади.

Ностандарт рационал кучланишининг тахминий қиймати қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

1. Вейкерт формуласи ( Германия ):

$$U = 3 \cdot \sqrt{S} + 0,5 \cdot L, \text{ кВт} \quad (4.21)$$

бу ерда:  $S$  - узатилаётган қувват, мВА;  $L$  - масофа, км.

2. Стилла формуласи ( АҚШ ):

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{L + 16 \cdot P}, \quad (4.22)$$

бу ерда  $L$  - масофа, км;  $P$  - узатилаётган қувват, МВт.

3. Швеция муҳандислари формуласи:

$$U = 17 \cdot \sqrt{\frac{L}{16} + P}, \quad (4.23)$$

бу ерда  $L$  - масофа, км;  $P$  - узатилаётган қувват, МВт.

#### 4.7.2. Рационал стандарт таъминлаш кучланишини аниқлаш

Рационал таъминлаш кучланиши деб, электроэнергия манбасидан корхонагача энергияни келтирувчи таъминловчи линиянинг иқтисодий афзал кучланишига айтилади. Бу кучланишни аниқлаш техник-иқтисодий ҳисоблар билан амалга оширилади. Бунда 5 тагача стандарт кучланиш ишлатилганда линия учун капитал сарфлар ва эксплуатацион сарфлар аниқланади. Бу 6, 10, 20, 35, 110 кВ кучланишлардир.

Таъминлаш кучланиши (ТК) ни танлашда 3 та, баъзан 2 та стандарт кучланишларни кўриб чиқиш етарлидир. Қуйида келтириладиган мисолда 3 та кучланишли 3 та вариант бўйича рационал стандарт кучланиш танланади.

Мисол : 10 кВ, 35 кВ ва 110 кВ кучланишлар учун йиллик келтирилган сарфлар аниқлансин. Ҳисоблар учун берилганлар корхона бош режаси; корхонанинг ҳисобий қуввати 5000 кВА; таъминловчи линиянинг узунлиги 0.9 км; таъминловчи линия - ҳаво линияси; линия бошида ўчиргич ўрнатилган; электроэнергия нархи 0.011 сўм/(кВт·с) (капитал сарфлар ва электр энергия нархлари 1985 йилгача бўйича қабул қилишлари бўлиб, керак бўлганда ҳозирги нархларга қайта ҳисоблаш мумкин).

Ечиш: 1.  $U_1=10$  кВ кучланишида йиллик келтирилган сарфларни аниқлаймиз.

$$\text{Капитал қўйилмалар: } K_{10} = K_{110} + K_{э,10}$$

бу ерда  $K_{110}$  - ёғоч таянчли ҳаво линиясининг қиймати;  $K_{э,10}$  - 10 кВ ли электр аппаратларининг қиймати.

$K_{10}$  ни аниқлаймиз. 10 кВ ли линиянинг 2 та занжирининг кесим юзасини танлаймиз. Иккала линия бир бирини авариядан шикастланишда ўзаро резервлаши керак. Линиянинг йўл қўйиладиган ўта кучланишини авария режимида 30% (1,3) деб олсак, линия кесимини танлаш учун ўтказиш қобилияти:

$$S_{л} = S_{эТ} = 5000 / 1,3 = 3846 \text{ кВА}$$

10 кВда А(3х70) мм<sup>2</sup> симли иккита линия танлаймиз. Ҳар бир линиянинг нормал режимдаги ўтказадиган қуввати ( $S_{н.к.} = 3 \cdot I_{н.к.} \cdot U_{н.к.} = 3 \cdot 255 \cdot 6 = 4600$ ) 4600 кВА га тенг. Қувват йўқотишлари  $\Delta P_{ном.} = 116$  кВт/км. Линия нархи 1.56 м.сўм/1км.

Йўл қўйиладиган кучланиш йўқотишини  $\Delta U = 10\%$  деб олиб, линиянинг йўл қўйиладиган узунлиги  $L_{н.к.}$  ни аниқлаймиз.

$$L_{н.к.} = \Delta U \cdot \Delta u \cdot \frac{S_{н.к.}}{S_x} = 0,49 \cdot 10 \cdot \frac{4600}{5000} = 4,5 \text{ км}$$

Бу 0.9 км га тенг бўлган ҳақиқий масофадан 4 марта ортиқ ва корхонага минимал йўқотишлар 70 мм<sup>2</sup> кесим юзаси учун 10 кВ да таъминланган. Шундай қилиб, техник шартлар бўйича темир-бетон пасникали ёғоч таянчларда тортилган 2 та линияни қабул қиламиз. Токнинг иқтисодий зичлиги бўйича линиянинг кесим юзасини танлаймиз.



$J_3 = 1,0 \text{ A/mm}^2$  қабул қилсақ, иқтисодий кесим юзаси;

$$S_3 = \frac{S_x}{2\sqrt{3} \cdot U \cdot J_3} = \frac{500}{2 \cdot 1,73 \cdot 10 \cdot 1} = 144 \text{ мм}^2$$

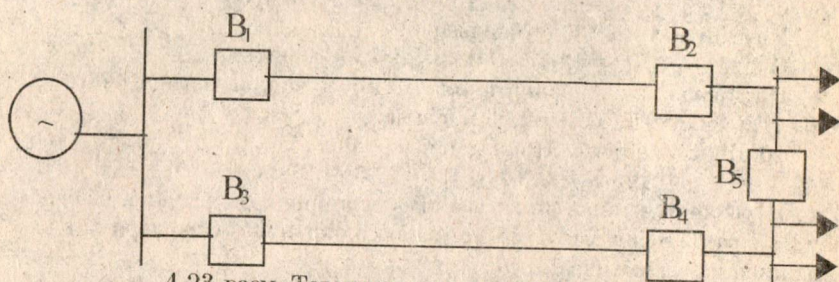
$A(3 \times 120) \text{ мм}^2$  кесим юзали симлар тортилган 2 та линияни узил-кесил танлаймиз. Линия ёғоч таянчларида бўлиб, кўрсаткичлари қуйидагича [А-1]:

$$K_{\text{ИРМ}} = 1,94 \text{ м.сўм}; K_{\text{Л}10} = 2 \cdot 0,9 \cdot 1,94 = 3,49 \text{ м.сўм}$$

$K_{3,10}$  ни аниқлаймиз.

Ҳисобий ток :

$$I_x = \frac{S_x}{1,3 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{5000}{1,3 \cdot 1,73 \cdot 10} = 222 \text{ А}$$



4.23-расм. Таъминовчи линиянинг схемаси.

1. 4.23-расмдаги схема бўйича 5 та узгич ўрнатилган. Шунга ҳисобга олиб, электр ашпаратлари учун капитал қўйилмаларни аниқлаймиз:

$$K_{3,10} = 5 \cdot K_{\text{УЗ}} = 5 \cdot 1,57 = 7,85 \text{ м.сўм}$$

бу ерда  $K_{\text{УЗ}} = 1,57 \text{ м.сўм}$  - ВМПЭ -10 узгичининг нархи [А-1].

10 кВ кучланишида ЭТС даги умумий капитал қўйилмалар :

$$K_{10} = K_{\text{Л}10} + K_{3,10} = 3,49 + 7,85 = 11,34 \text{ м.сўм}$$

2. Эксплуатацион сарфларни қуйидаги формуладан аниқлаймиз.

$$C = C_{\text{И}} + C_{\text{А}}$$

кесим юзаси  $A(3 \times 120) \text{ мм}^2$  бўлган 10 кВ ли 6,5 мВА линиялардаги қувват ва энергия йўқотишларини 1 км учун топамиз. Тўла юкламада ( $K_{10} = 1$ )  $\Delta P_{\text{ИРМ}} = 136 \text{ кВт}$ ; линиянинг номинал юкланиши  $S_{\text{НОМ}} = 6,5 \text{ мВА}$  да ҳисобланган юкломаси;  $S_x = 2,5 \text{ мВА}$ ; бунда юкланиш коэффициентини  $K_{10} = 2,5/6,5 = 0,38$ .

2 та линиядаги ҳисобланган йўқотишлар:  $\Delta P = 2 \cdot \Delta P_{\text{ИРМ}} \cdot K_{210} = 2 \cdot 0,9 \cdot 136 \cdot (0,38)^2 = 35,2 \text{ кВт}$ .

Максимал қувват йўқотишлари вақти  $\tau$  ни аниқлаймиз:

$$\tau = (0,124 + \frac{T_m}{10000})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6300/10000)^2 \cdot 8760 = 5000 \text{ соат}$$

бу ерда  $T_m = 6300$  соат - кимё корхонаси учун қабул қилинади.  
 $t = 5000$  соатда электроэнергия йўқотишларини аниқлаймиз:

$$\Delta W_{10} = \Delta P_x \cdot t = 35 \cdot 2 \cdot 5000 = 176000 \text{ кВт·с/йил.}$$

Йўқотишлар қиймати :

$$C_{\text{й.10}} = \Delta W_{10} \cdot C_o = 176000 \cdot 0,011 \cdot 10^{-3} = 1,936 \text{ минг сўм.}$$

Йиллик амортизация ажратмаларини топамиз. Амортизацияни линиялар учун 6%, подстанция учун 10% қабул қиламиз;

$$C_{\text{л.10}} = 0,06 \cdot 3,49 = 0,209 \text{ м.сўм/йил;}$$

$$C_{\text{л.э.10}} = 0,1 \cdot 7,85 = 0,785 \text{ м.сўм/йил;}$$

$$C_{\text{л.10}} = C_{\text{л.10}} + C_{\text{л.э.10}} = 0,209 + 0,789 = 0,994 \text{ м.сўм/йил.}$$

Умумий эксплуатацион сарфлари :

$$C_{\text{э.10}} = C_{\text{й.10}} + C_{\text{л.10}} = 1,936 + 0,994 = 2,93 \text{ м.сўм/йил.}$$

Натижада электроэнергияни 10 кВ кучаниш остида узатилса,  
 $K_{10} = 11,33 \text{ м.сўм/й.}, C_{\text{э}10} = 2,93 \text{ м.сўм/й.}$

10 кВ да йиллик келтирилган сарфлар:

$$Z_{10} = C_{\text{э.10}} + 0,125 \cdot K_{10} = 2,93 + 0,125 \cdot 11,33 = 4,29 \text{ м.с/й.}$$

Шундай йўл билан 35 ва 110 кВ кучланишларда ҳам йиллик сарфлар 335 ва 3110 ни ҳисоблаб ва ўзаро солиштириб, сарфлари энг кам кучланиш қабул қилинади.

#### 4.7.3. Рационал таъминлаш кучланишининг дастлабки қийматини тахминий аниқлаш

Саноат корхонаси ЭТСи учун таъминлаш кучланишини 2-3 та стандарт кучланишлардан танлаш етарли. Ҳисоблар бажариш учун дастлабки биттасини махсус номограммалар ёки цифрограммалар [А-1] бўйича тошилади. Қуйидаги жадвалда рационал кучланиш-нинг тахминий қийматлари узатиладиган қувват S нинг 1000÷100000 кВА оралигида ва линия узунлигининг 1÷100 км оралигида берилган.

#### 4.5 - жадвал. Рационал кучланишни тахминий аниқлаш

S, кВА	Диния узунлиги L, км											
	1	2	3	4	5	10	20	30	40	60	80	100
1000	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	35
3000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	35
4000	20	20	20	20	20	20	35	35	35	35	35	35
5000	20	20	20	20	20	20	35	35	35	35	35	35
10000	20	20	35	35	35	35	35	110	110	110	110	110
20000	20	35	35	110	110	110	110	110	110	110	110	110
30000	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
40000	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
60000	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
80000	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
100000	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

Кейин шу топишган кучланишдан катта ва кичик бўлган яна 2 та кучланиш олиниб, техника-иқтисодий ҳисоблар бажарилади.

#### 4.7.4. Тарқатиш кучланиши ва уни таълаш

Электрэнергияни корхона ичида тарқатиш учун асосан 6 ва 10 кВ кучланишлар ишлатилади. 35 кВ кучланиш узоқда жойлашган цехлар ва объектлар учун ишлатилади.

Тарқатиш кучланишини таълашда "тажрибалар-ни режалаштириш" услуби яхши натижа беради. Бунда оптимал кучланиш унга таъсир этувчи факторлар билан боғланувчи математик моделлар олинади.

Тарқатиш кучланишига энг кўп таъсир этувчи факторлар қуйидагилар:  $S_{X\Sigma}$  - корхонанинг умумий юкмаси;  $L_{\text{вр}}$  - тарқатувчи тармоқнинг ўрғача узунлиги;  $\Delta s_{0-1}$  кВт/йил электрэнергия йўқотишларининг нархи, сўм/(кВт/йил);  $\beta$  - 6 кВ ли юкламалар  $S_{X,6}$  нинг умумий юкламага нисбати, %;  $\alpha = T_{\text{йил}}/T_{\text{м}}$ .

Факторларнинг ўзгариши диапазони кўп сонли корхоналарни ўз ичига олади (4.6-жадвалда келтирилган).

Барча факторлар математик модел кўринишида қуйидаги формула бўйича ёзилади:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i\text{б}}}{\Delta X_i}$$

бунда  $x_i$  - факторнинг кодланган қиймати;  $X_i$  - факторнинг ҳақиқий қиймати;  $X_{i\text{б}}$  - факторнинг база сатҳи;  $\Delta X_i$  - факторнинг ўзгариш қадами.

Факторларнинг ўзгариш интерваллари 4.6 - жад-валда келтирилган.

Факторларнинг ҳақиқий қиматлари  $X_i$  қуйидаги-ча топилади:

$$X_i = S_{X\Sigma} = S_{X,\text{тп}} + S_{X,6}$$

бу ерда  $S_{X,6}$  - 6 кВ ли моторлар ва бошқа ЭИ ларнинг юкмаси, кВ; 4.6 - жадвал. Факторларни ва уларнинг ўзгариш оралиқларини аниқлаш

Факторлар	База сатҳи $X_{i,6}$	Ўзгариш қадами $\Delta X_i$	Юқори сатҳи $X_i$	Қуйи сатҳи $X_{i,\text{min}}$
$X_1 S_{X\Sigma}$ , кВА	30000	20000	50000	10000
$X_2 L_{\text{вр}}$ , км	0,6	0,4	1	0,2
$X_3 \gamma$ , сўм/(кВт·йил)	70	30	100	40
$X_4 \beta$ , %	6	4	10	2
$X_5 \alpha$ , %	1,3	0,1	0,4	1,2

$S_{X,\text{тп}}$  - корхонадаги бошқа ( асосий ) ЭИ ларнинг юкмаси.

$$X_2 = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

бу ерда  $n$  - тарқатиш тармоғидаги кабеллар сони;  $\Sigma L_i$  - шу кабелларнинг умумий узунлиги, км.

$$X_3 = g, \text{ сўм} / (\text{кВт} / \text{йил});$$

$$g = C_0 \cdot T \text{ йил}$$

$$X_4 = (S_{X_6} / S_{X_5}) \cdot 100$$

$$X_5 = T_{\text{йил}} / T_{\text{м}}$$

Юқоридагиларни ҳисобга олиб, кодланган факторлар қуйидагича топилди:

$$x_1 = (X_1 - X_{1,6}) / \Delta X_1; \quad x_2 = (X_2 - X_{2,6}) / \Delta X_2; \quad x_3 = (X_3 - X_{3,6}) / \Delta X_3$$

$$x_4 = (X_4 - X_{4,6}) / \Delta X_4; \quad x_5 = (X_5 - X_{5,6}) / \Delta X_5$$

Юқоридаги факторлардан ташқари, рационал (оптималь) кучланиш-га электроэнергияни корхона ичида тарқатиш схемаси таъсир кўрсатади. Схемани ҳисобга олган ҳолда рационал тарқатиш кучланиши учун қуйидагиларни оламиз.

Радиал схема учун:

$$U_{\text{РАЦ}} = 7,59 + 0,74 \cdot x_1 + 1,21 \cdot x_2 + 0,27 \cdot x_3 - 1,18 \cdot x_4 + 0,61 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,22 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,2 \cdot x_2 \cdot x_4, \text{ кВ};$$

Магистрал схема учун:

$$U_{\text{РАЦ}} = 8,07 + 0,92 \cdot x_1 + 1,45 \cdot x_2 + 0,37 \cdot x_3 - 1,33 \cdot x_4 - 0,14 \cdot x_5 + 0,67 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,24 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,29 \cdot x_2 \cdot x_4$$

Юқоридаги формулалар бўйича  $U_{\text{РАЦ}}$  қиймати ностандарт бўлади. Стандарт рационал кучланишни топиш учун энг яқин катта ва кичик стандарт кучланишлардаги йиллик келтирилган сарфларни аниқлаш лозим.

Бу сарфлар кодланган факторлар ёрдамида қуйидагича топилди.

1 погонали радиал схема учун:

$$Z_6 = 87,33 + 42,43 \cdot x_1 + 19,93 \cdot x_2 + 12,37 \cdot x_3 - 2,13 \cdot x_4 + 5,99 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,71 \cdot x_1 \cdot x_3;$$

$$Z_{10} = 87,15 + 41,20 \cdot x_1 + 8,27 \cdot x_2 + 11,95 \cdot x_3 + 3,88 \cdot x \cdot x_2 + 7,43 \cdot x \cdot x_3;$$

Кабелли магистрал схема учун

$$Z_6 = 89,67 + 46,31 \cdot x_1 + 10,22 \cdot x_2 + 13,31 \cdot x_3 - 2,96 \cdot x_4 + 6,04 \cdot x_1 \cdot x_2 + 8,25 \cdot x_1 \cdot x_3$$

$$Z_{10} = 88,55 + 44,48 \cdot x_1 + 7,05 \cdot x_2 + 12,46 \cdot x_3 - 2,41 \cdot x_4 + 3,12 \cdot x_1 \cdot x_2 + 6,60 \cdot x_1 \cdot x_3$$

$Z_6$  ва  $Z_{10}$  қийматларини ўзаро солиштириб, энг кичик сарфларни таъминловчи кучланиш қабул қилинади.

#### 4.8. БПП трансформаторлари сони ва қувватларини таълаш

##### 4.8.1. Трансформаторларнинг сонини таълаш

БПП трансформаторларининг сони ва қувватини таълаш техник ва иқтисодий талаблар асосида амалга оширилиб, корхона ЭТС ини қуришда муҳим масала ҳисобланади.

Трансформаторлар сони ишончликка талаблар бўйича аниқланади. Шу нуқтаи назардан подстанцияда камида 2 та трансформатор ўрнатиш 1-тоифали истеъмолчилар электр таъминотида узлуксизликни таъминлайди.

Агар БПП да 2 та трансформатор бўлса, улар бир-бирини ўзаро резервлаши орқали узлуксиз электр таъминотини таъминлайди. 1 та трансформаторли подстанциядаги узилишлар катта миқдорда зарар келтиради. Ҳисоблар ва лойиҳалаш тажрибалари кўрсатадики, БПП да 2 та трансформатор ўрнатиш мақсадга мувофиқдир. Бунда ЮК томонида учтичсиз, соддалаштирилган схема қўллаш тавсия этилади. БПП ни лойиҳалашда қўйидагиларни ҳисобга олиш лозим: 1-тоифага кирувчи ЭИ ва И лар учун 2 та мустақил электроэнергия манбаси керак. Батъан алоҳида мустақил манбаларга уланган 2 та 1-трансформаторли подстанциялар ишлатилади. Бунда ўзаро резервлаш учун 6÷10 кВ ли кабеллар ишлатилади. Бундай схема 1-тоифали истеъмолчилар умумий юкларининг 15-20% ини ташкил этганда қўлланилади. 2-тоифага кирувчи истеъмолчилар учун резерв манба автоматик равишда ёки ходимлар қўлда киритишади. Бу истеъмолчилар учун 2 та трансформаторли подстанция керак ёки бир нечта подстанцияларга омборда резерв трансформатор бўлиши лозим. Шикастланган трансформаторни бир неча соатда алмаштириш амалга оширилади. Бу вақт ичида ишлаётган трансформаторнинг йўл қўйиладиган ўта юкланишининг ҳисобга олган ҳолда электр энергия истеъмоли бироз чекланиши мумкин. 3-тоифага кирувчи истеъмолчилар бир трансформаторли подстанциядан таъминланади, улар учун омборда резерв трансформаторлар бўлиши керак.

Подстанциядаги трансформаторлар сони юкла-малар графигига ҳам боғлиқ. Агар графикнинг тўл-дириш коэффициентини  $K_{г.т}$  кичик бўлса, подстанцияда 2 та трансформатор ўрнатилиб,  $S(t)$  нинг  $SA$  қувватидан кичик қийматларида 1 та трансформатор ишлатилади;  $S(t) > SA$  қийматларида 2 та трансформатор ишлатилади. Бунда подстанциянинг ЮК томонида оператив улаш -ўчириш учун ўчиргичлар ўрнатилади.  $SA$  қувватида 1 та ва 2 та трансформаторлар ишлагандаги қувват йўқотишлари ўзаро тенг бўлади.  $SA$  қўйидагича топилади:

$$SA = S_{т.н.} \sqrt{\frac{2\Delta P_{с.н.}}{\Delta P_x}}$$

#### 4.8.2. Куч трансформаторларнинг қувватини танлаш

Трансформаторларнинг қуввати уларнинг иқтисодий афзал иш режими ва I та трансформатор ўчиб қолганда ўзаро резервлаш имкониятини ҳисобга олган ҳолда танланади. Бунда трансформаторнинг нормал иш режимидаги қизиш натижасида унинг ишлаш муддатини қисқартирмаслиги керак.

Подстанцияда 2 та трансформаторни ўрнатиш ЭТС нинг ишончлигини авариядан кейинги режимларда тўла ёки бироз чеклашлар билан таъминлайди, керакли қувват трансформаторнинг номинал қувватидан ва йўл қўйиладиган ўта юкламалардан фойдаланиб таъминланади. Трансформаторнинг номинал қуввати деб нормал муҳит шароитида бутун хизмат даврида (ўртача 20 йил) юклаш мумкин бўлган қувватга айтилади. Нормал муҳит шароитида :

1. Муҳит ҳарорати 200 С тенг бўлиши керак.

2. Трансформатор бакидаги ёғнинг температураси муҳит ҳароратидан М ва Д соvuтиш системалари учун 440 С гача, ДЦ ва Ц учун 360 С гача ортинг бўлиши мумкин. Соvuтиш системалари ҳақида маълумотлар 4.7 -жадвалда келтирилган.

4.7 - жадвал. Трансформаторларнинг соvuтиш системалари

Соvuтиш тури	Шартли белгиланиши
Ёғли трансформаторлар	
1. Ёғ ва ҳавонинг табиий айланиши	М
2. Ҳавонинг мажбурий ва ёғнинг табиий айланиши	Д
3. Ҳавонинг табиий ва ёғнинг мажбурий айланиши	МЦ
4. Ҳавонинг ва ёғнинг мажбурий айланиши	ДЦ
5. Суvнинг мажбурий ва ёғнинг табиий айланиши	МВ
6. Суv ва ёғнинг мажбурий айланиши	Ц
Куруқ трансформаторлар	
1. Табиий ҳаволи очик бажарилган	С
2. Табиий ҳаволи ҳимояли бажарилган	СЗ
3. Табиий ҳаволи ёпиқ (герметик) бажарилган	СГ
4. Ҳаво ҳайдаш билан соvuтиш	СД
Ёнмайциган суюқ диэлектрикли трансформаторлар	
1. Ёнмайциган диэлектрик билан табиий соvuтиш	Н
2. Ёнмайциган диэлектрикни ҳаво ҳайдаш билан соvuтиш	НД

3. Чўлғамнинг энг қизиган нуқтаси температураси унинг ўртача ҳароратидан  $130^{\circ}\text{C}$  ортиқ бўлиши;

4. Қисқа туташув ва салт юриши қувват йўқотишларининг ўзаро нисбати 5 га тенг бўлиши;

5. Ҳароратнинг номинал юкланишидаги ўртача қиймати  $85^{\circ}\text{C}$  дан ҳар  $6^{\circ}\text{C}$  га ошганда ёки камайганида изоляциянинг хизмат муддати 2 баробар камайиши ёки ортиши;

6. Сутка ичидаги ўтиш жараёнлари натижасида ёғнинг юқори қатламларидаги ҳарорат  $95^{\circ}\text{C}$  дан ва чўлғам металлнинг энг юқори ҳарорати  $140^{\circ}\text{C}$  дан ошмаслиги керак. Бу шарт  $20^{\circ}\text{C}$  га тенг бўлган муҳитнинг эквивалент ҳароратида бажарилади. Бу ҳарорат пасайганда трансформатор юкласи қийматини назорат-ўлчов асбоблари билан текшириб туриб, уни номиналдан 150 % дан ортишига йўл қўймаслик керак.

Трансформаторнинг шартли белгилаш қуйидагиларни билдиради :

а. Ҳарфлар билан фазалар сони, совутиш тури, чўлғамлар сони ва шахобчаларнинг бир-бирига қайта уланиши тури;

б. Номинал қувватини ва кучланиш синфини белгилаш;

в. Ишлаб чиқарилган йилни белгилаш.

Ҳарфли белгилашлар тартиби ва маъноси:

а. Фазалар сони: 0-бир фазалилар учун, Т-уч фазалар учун;

б. Совутиш тури ( 4.7-жадвал бўйича );

в. Чўлғамлар сони: Т-3 чўлғамли трансформатор учун.

г. Н-ЮОР қурилмаси бор; Р-ПК чўлғами 2 қисмга бўлинган ( шар-чаланган ).

Ҳарфий белгилар ва номинал қуввати каср суратида ва кучланиш класси махражида келтирилади. Масалан: ТРДН-40000/110 белгисини маъноси қуйидагича: 3 фазали, ПК чўлғами 2 га бўлинган, ҳавонинг мажбурий айланishiли ва ёғнинг табиий айланishiли совутиш системаси, ЮК чўлғамида кучланишни юклама остида ростловчи қурилма (ЮОР) бор, номинал қуввати 40000 кВА, ЮК чўлғами кучланиши (класс) 110 кВ га тенг.

Трансформатор қувватини танлашда унинг ўта юкланиш қобилияти ҳисобга олинса, номинал қуввати камайиши мумкин. Авариядан кейинги ўта юкланишни кўриб чиқамиз. Қуруқ ва ёғли трансформаторлар учун 4.8 ва 4.9-жадваллар бўйича йўл қўйиладиган ўта юкланиш қиймати  $K_{\text{и.с.ю.}}$  ни ва вақти  $t_{\text{с.ю.}}$  ни аниқлаш мумкин.

4.8 - жадвал. Ёғли трансформаторнинг авариядаги ўта юкланишлари

$K_{\text{и.с.ю.}}$ %	200	100	78	63	60	58	47	45	42	25
$t_{\text{с.ю.}}$ МИН	1.5	10	20	30	40	50	60	70	80	120

4.9 - жадвал. Қуруқ трансформаторнинг авариядаги ўта юкланишлари

$K_{\text{й.ў.ю.}} \%$	70	65	60	56	52	49	45	40	36	32	28	24	20
$t_{\text{ў.ю.}} \text{ мин}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Трансформаторнинг нормал режимда юклаш коэффициенти 93% дан ортиқ бўлмаса, уни авариядан кейинги режимда 5 сутка давомида 6 соатдан 40% га ўта юклаш мумкин. Бу ҳолларда совутиш кучайтирилиши лозим.

Трансформаторни систематик (нормал режимда) ўта юклаш юклар маламат графигига боғлиқ бўлиб, у графикнинг тўлдириш коэффициенти билан характерланади :

$$K_{\text{гг}} = \frac{S_{\text{ср}}}{S_{\text{м}}} \quad (4.6)$$

бу ерда:  $S_{\text{ср}}$ -суткалик графикдан ўртача қувват;  $S_{\text{м}}$ -графикдаги максимал қиймат.

Трансформаторни максимал юклар маламат соатларида қўшимча юкланиш қиймати  $S_{\text{қўш}}$  керакли ўта юкланиш вақти  $t_{\text{п.п}}$  ва  $K_{\text{гг}}$  бўйича [А-6] 17.5-расмидаги номограмма бўйича топилади. ( $t_{\text{п.п}}$ -юклама максимумининг суткалик графикдаги соатлари сонига тенг).

Ёзда юклар маламат пасайиши ҳисобига қишда трансформаторни қўшимча ўта юклаш мумкин. Унинг қиймати  $S_{\text{қўш}}^{\text{ёз}}$  ёзги юклар маламат пасайиши фойзи бўйича аниқланади ( $S_{\text{қўш}}^{\text{ёз}}$  қиймати  $S_{\text{н.т.}}$  дан 15% дан ошмаслиги керак ).

Умумий ўта юкланиш  $S_{\text{қўш}}$  миқдори 30% дан ортмаслиги лозим:

$$S_{\text{қўш}} = S_{\text{қўш}}^{\text{ёз}} + S_{\text{қўш}}^{\text{қиш}} \leq 0,3 S_{\text{н.т.}} \quad (4.7)$$

Куч трансформаторларининг қуввати қуйидаги шартлар бўйича танланади :

1). Қизиш бўйича :

$$\sum S_{\text{т.н}} \geq S_{\text{х}} \quad (4.8)$$

2). Юкланиш коэффициенти бўйича:

I-тоифали ЭИ ва II учун:

$$K_{\text{ю}} = \frac{S_{\text{х}}}{\sum S_{\text{т.н}}} \leq 0,7 \quad (4.9)$$

II ва III - тоифаларга кирувчи ЭИ ва II лар.

$$K_{\text{ю}} = 0,8 \div 0,85 \quad (4.10)$$

Бу ерда:  $\sum S_{\text{т.н}}$  - подстанциядаги трансформаторларининг номинал



қувватлари йиғиндиси:  $S_{ТН}$  - I та трансформаторнинг номинал қуввати бўлиб, у қувватлар қаторидан олинади: 2,5; 4; 6;3; 10; 16; 25; 40; 63; 80 мВА қувватлари БПП трансформаторлари учун ишлатилади. Қатордаги қувватлар бир-биридан 1,6 марта фарқ қилади. Йўл қўйилмайдиган ўта юкланиш ҳисобига номинал қувватларини 1,3 мартагача ошириш мумкин: 2500 (3250) кВА; 4000 (5200) кВА; 6300 (8190) кВА 10000 (13000) кВА; 16000 (20800) кВА; 25000 (32500) кВА; 40000 (5200) кВА; 63000 (81900)кВА; 80000 (104000) кВА.

Юқоридаги 18 та қувватлар (1)÷(3) - шартлар бўйича БПП даги трансформаторлар сони ва қуввати-нинг бир неча вариантларини танлаш имкониятларини беради.

#### 4.8.3. Трансформаторлар танлашда техника-иқтисодий ҳисоблар

Трансформаторлар қувватлари қатори техник талабларга жавоб берадиган трансформаторлар сони ва қувватининг бир неча вариантини танлаш имкониятини беради. Техник иқтисодий ҳисоблар (ТИХ) ёрдамида шу вариантлар ичидан иқтисодий кўрсаткичлари энг яхшисини танлаш мумкин. Буни йиллик келтирилган сарфлар услуби билан ечилади. Бу услубда капитал қўйилмалар  $K$  ва эксплуатацион сарфлар  $C$  аниқланади.  $K$  сифатида куч трансформаторларнинг қиймати олингани мумкин. Чунки, кўпинча подстанциянинг ЮК ва ПК томонларида ўрнатилмайдиган электр жиҳозларнинг қиймати иккала вариантда деярли бир хил бўлади ва асосан қувватлар қаторидаги қўшни бўлган 2 та вариантлар кўриб чиқилади (2,5 мВА ва 4 мВА ли вариант; 4 мВА ва 6,3 мВА ли вариантлар; 6,3 мВА ва 10 мВА ли вариантлар ва ҳ.к.з.). Аммо, 16 мВА ва 25 мВА ли вариантлар солиштирилганда ПК томонидаги тарқатиш қурилмалари (ТҚ) бир - биридан фарқ қилади, чунки, 16 мВА қувватли трансформатор 1 та ПК қўлғамига, 25 мВА ли трансформатор эса 2 та ПК қўлғамига эга.

1-ҳолда  $K_1 = K_{II}$  бўлса 2-ҳол учун  $K_1 = K_{II} + K_{ТН}$  бўлиб, бу ерда  $i$ -қабул қилинган вариантлар сони.

Эксплуатацион сарфлар  $C$  ни аниқлаш анча мураккаб ҳисобланади. Бу сарфлар амортизация ажратмалари  $C_{ai}$  ва электр энергияси йўқотишлари  $C_{ii}$  йиғиндисидан иборат :

$$C_1 = C_{ai} + C_{ii} \quad (4.11)$$

Электр энергияси йўқотишларини ҳисоблашда трансформаторларнинг ўзидagi актив қувват йўқотишлари  $\Delta P_T$  билан бирга трансформатор томонидан истеъмол қилинувчи реактив қувватни генератордан трансформаторгача узатувчи линия элементларида реактив қувватни узатишдан ҳосил бўлган қўшимча актив қувват йўқотишларини ҳам ҳисобга олиши керак. Бу қувват йўқотишлари келтирилган деб аталади ва қуйидагича топилади:

$$\Delta P'_{C.Ю.} = \Delta P_{C.Ю.} + K \cdot \Delta P'_K \quad (4.12)$$

бу ерда:  $\Delta P_{\text{с.ю.}} = \Delta P_{\text{с.ю.}} + K_{\text{и.с}} \cdot \Delta Q_{\text{с.ю}}$   
 $\Delta Q_{\text{с.ю}}$  - трансформатордаги келтирилган салт юриш йўқотишлари бўлиб, улар трансформаторнинг ўзидаги салт юриш актив қувват йўқотишлари ва трансформаторнинг реактив қувват истеъмол қилиниши натижасида ЭТС нинг барча элементларида ҳосил бўлувчи йўқотишлар йиғиндисидан иборат;  $\Delta P_{\text{к}} = \Delta P_{\text{к}} + K_{\text{и.с}} \cdot \Delta Q_{\text{к}}$  - қисқа туташувдаги келтирилган йўқотишлар;  $\Delta P_{\text{с.ю}}$  - салт юришдаги актив йўқотишлар;  
 $\Delta P_{\text{к.т}}$  - қисқа туташув актив йўқотишлари;  $K_{\text{и.с}} = 0,007 \text{ кВт/кВАр}$  йўқотишлар ўзгариши коэффициентини;

$K_{\text{ю}} = S_{\text{х}}/S_{\text{тн}}$  - трансформаторнинг юкланиш коэффициентини;  $\Delta Q_{\text{к.т}}$  - қисқа туташув реактив қуввати;  $\Delta Q_{\text{к}} = S_{\text{тн}} \cdot U_{\text{к}}\% / 100$ ;  $\Delta Q_{\text{с.ю}} = S_{\text{тн}} \cdot I_{\text{с.ю}}\% / 100$  - трансформатор салт юришда истеъмол қиладиган реактив қувват;  
 $I_{\text{с.ю}}\%$  - трансформаторнинг салт юриш токи, %;  $U_{\text{к.т}}\%$  - трансформаторнинг қисқа туташув кучланиши, %.

Электр энергияси йўқотишлари қиймати :  
 $C_{\text{и}} = (\Delta P_{\text{с.ю.}} \cdot T_{\text{и.и}} + K_{\text{з.ю.}} \Delta P_{\text{к.т}} \cdot t) \cdot c_0$   
 Трансформаторларнинг сони ва қувватининг 2та варианты кўриб чиқилганда қоплаш муддати аниқланади :

$$T_{\text{х.к}} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} ; \quad (4.13)$$

Агар  $T_{\text{к.м}} \leq 8$  йил бўлса, капитал сарфлари катта вариант қабул қилинади. Агар  $T_{\text{к.м}} > 8$  йил бўлса, капитал қўйилмалари кичик бўлган вариант узил - кесил қабул қилинади.

#### 4.8.4. Уч чўлғамли трансформаторни ва бўлинган иккиламчи чўлғамли трансформаторлар ҳисоби

Саноат корхоналари ЭТС ыда турли кучланишли истеъмолчиларнинг таъминлаш учун 3 чўлғамли трансформаторлар ишлатилади. Бўлинган иккиламчи чўлғамли трансформаторлар 25000 кВА ва ундан ортиқ қувватли бўлиб, уларда қисқа туташув токлари чекланган бўлади. ПК чўлғамнинг бирига осойишта режимли юкламалар, иккинчисига тез ўзгарувчан режимли юкламалар уланса, кучланиш режими яхшиланади.

3 чўлғамли трансформаторда ЮК, ўК ва ПК (ВН, СН ва НН) чўлғамлари ҳар бирининг қуввати  $S_{\text{т.н}}$  га тенг. Аммо, ҳисобларда ўК ва ПК чўлғамлари юкламалари йиғиндисы ЮК чўлғам юкласига тенг қилиб олинади. Масалан, ЮК - 100 %, ўК - 60 %, ПК - 40 % бўлиши мумкин. Техник иқтисодий ҳисобларда 3 чўлғамли трансформатордаги келтирилган актив қувват йўқотишлари  $\Delta P_{\text{у.т}}$  қуйидагича топилади :

бу ерда  $\Delta P_{\text{с.ю}}$  - трансформаторнинг салт юриш исрофи;  $\Delta P_{\text{с.к.т}}$  - совутиш қурилмас қуввати;  $\Delta P_{\text{к.ю.к}}$  -  $\Delta P_{\text{к.с.к}}$ ,  $\Delta P_{\text{к}}$  - юқори ўрта ва паст кучланишли чўлғамлардаги қисқа туташув қувватлари;  $K_{\text{ю}}$ , юк  $K_{\text{ю.ўк}}$ ,  $K_{\text{ю.пк}}$  - чўлғамлар бўйича юкланиш коэффициентлари ( $\Delta P_{\text{с.к.т}}$

совутиш қурилмасининг истеъмол қиладиган актив қувват -  $K_{\Sigma} \geq 0.7$  бўлганда ҳисобга олинади).

Маълумотномаларда  $\Delta P_{K'ВН-НН}$ ,  $\Delta P_{K'ВН-СН}$  ва  $\Delta P_{K'СН-НН}$  қийматлари берилгани учун ҳар бир чўлғамдаги қувват йўқотишлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$\Delta P_{K_{ЮК}} = \frac{\Delta P_{K'ВН-СН} + \Delta P_{K'ВН-НН} - \Delta P_{K'СН-НН}}{2}$$

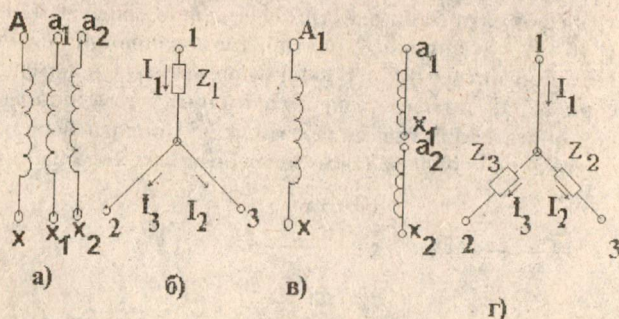
$$\Delta P_{K_{УК}} = \frac{\Delta P_{K'ВН-СН} + \Delta P_{K'СН-НН} - \Delta P_{K'ВН-НН}}{2} \quad (4.14)$$

$$\Delta P_{K_{ПК}} = \frac{\Delta P_{K'ВН-СН} + \Delta P_{K'СН-НН} - \Delta P_{K'ВН-НН}}{2}$$

Қолган ҳисоблар худди 2 чўлғамли трансформатор сингари бажарилади.

Иккига бўлинган ПК чўлғамли трансформаторда ПК чўлғамининг икки қисми ҳам 50 % дан юклага мўлжалланган ( $ЮК \rightarrow 100\%$ ,  $ПК1 \rightarrow 50\%$ ,  $ПК2 \rightarrow 50\%$ ). ПК чўлғамлари икки хил усулда жойлаштирилади. Агар ПК чўлғамнинг иккала қисми трансформатор стерженида устма-уст ўралган бўлса (4.24-расм,а), улар орасида кучли магнит алоқаси бўлади ва алмаштириш схемасидаги қаршиликлари нолга тенг. Трансформаторнинг барча қаршилиги ЮК чўлғамининг шоҳида тўпланган (4.24 - расм,б), бўлиб, бу алмаштириш схемаси учун қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$Z_{Б.1,2} = Z_{Б.1,3} \geq Z_{Б.2,3}; \quad K_p \approx 0; \quad Z_1 = Z_{К'СН-НН}$$



4.24-расм. ПК чўлғамининг жойлаштириш схемалари.

4.24, в - расмда ПК чўлғамлари стерженининг юқорисида ва пастиди жойлашган бўлиб, улар орасида магнит алоқаси йўқ ва трансформаторнинг ҳамма қаршилиги ПК чўлғами шоҳларида жойлашган.

БПП трансформаторлари ПК чўлғамлари "в" ва "г" расмларидаги-дек бўлса, чўлғамлар юкламалари бир-бирига ҳеч таъсир кўрсатмайди. Бунда бир чўлғамга тез ўзгарувчан юкламалар, иккинчи чўлғамга осойишта юкламалар уланади.

Вентилли ўзгарттич учун "а" ва "б" - схемалари ишлатилади, чўнги бунда қисқа тутанув токлари ва вентиллар коммутациясидаги токнинг ўзгариш тезлиги  $di/dt$  чекланади. Бу схема учун бўлиниш коэффициенти  $K_B$  қуйидагича топилади :

$$K_P = U_{\text{Б.шк1-шк2}} / [U_{\text{к' юк (шк1-шк2)}}] = Z_{\text{к.2,3}} / Z_{\text{к.5тувчи}} \quad (4.15)$$

$K_B$  - коэффициенти ПК чўлғамлари орасидаги ўзаро алоқани кўрсатади.

#### 4.8.5. Подстанцияни кенгайтириш ва реконструкция масалалари

БПП ни кенгайтириш масаласи электр юклама-лари яқин келажакда ўсиши мумкин бўлган корхоналарда мавжуд бўлади. Юкламалар янги цехларнинг қурилиши ва янги, электр энергиясини кўпроқ ишлатувчи технологиялар ишта тушганда ўсади. Бу ҳолларда БПП трансформаторларнинг пойдевори қувватлар қаторида 1 қадамга ортиқ қувватли трансформаторга мўлжалланиб қурилади. Масалан, агар 2 x 6300 кВА бўлса, пойдеворлар 2 x 10000 кВА ли трансформатор учун бақарилади. Баъзан 3-трансформатор ва унинг ТҚ си учун жой подстанция режасида кўрсатилади.

#### 4.9. БПП трансформаторларининг ўрнатиш жойини танлаш. БПП тарқатиш қурилмасининг компоновкаси ва конструкцияси

##### 4.9.1. БПП трансформаторларининг ўрнатиш жойини танлаш

БПП трансформаторлари электр юкламалари маркази (ЭЮМ) да ўрнатилса, 6-10 кВ кучланишли тарқатиш тармоқларининг узунлиги энг кам бўлиб, ЭТСнинг иқтисодий кўрсаткичлари оптимал-тежамли бўлади. Баъзан БПП ни ЭЮМ дан электр энергияси манбаси томонига ва энг кўп юкламали цех ёнига силжитиш талаб этилади. Корхона бош режасида ЭЮМ координаталари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб топилади.

$$X_{\text{ЭЮМ}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{xi} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n P_{xi}}, \text{ см}, \quad Y_{\text{ЭЮМ}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{yi} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n P_{yi}}, \text{ см}$$

бу ерда  $i = 1 \div n$  - корхона цехлари сони;

$P_{xi}$  - цехларнинг ҳисобланган актив қувватлари, кВт;  $x_i$ ,  $y_i$  - алоҳида цехларнинг ихтиёрий ўтказилган xOy координаталар системасидаги координаталари, см ("сантиметр" энг қулай узунлик ўлчов бирлиги ҳисобланади).

Агар ҳар бир цехнинг суткалик графиклари мавжуд бўлса, корхона

ЭЮМ нинг координаталари ҳар соатда турли қийматларга эга бўлади ва ЭЮМ нинг маълум зонада жойлашувчи 24 тагача нуқтасини олин мумкин. Бу ЭЮМ нинг тарқатил зонаси дейилади. Янги лойиҳаланаётган корхоналарда цехларнинг суткалик графиклари номатълум бўлгани учун ЭЮМ ни цехларнинг ҳисобланган қувватлари  $P_x$  бўйича тошилган координаталари билан белгиланган 1 та нуқтаси БПП ўрнатиш учун танланади. Аммо, кўпинча БППни ЭЮМ да жойлаштириш имкони бўлмайди. Умумий ҳолда БПП ни ўрнатиш учун қуйидаги факторлар ҳисобга олинади :

1) Корхона режасида ЭЮМ нуқтаси координатлари; 2) 110 кВ кучланишли линияларни корхона ҳудуди ичида ўтказиш имкони борлиги; 3) Корхонада электр энергиясини кўп ишлатувчи цех ёки цехлар мавжудлиги; 4) Корхона ҳудудининг муҳит шароити. Юқоридаги факторлардан 2-фактор мавжуд бўл-маса, БПП корхона четида қулай жойда ўрнатилади. Агар корхона ҳудудида кимёвий актив чанг ва тутун ажралиб чиқувчи технологиялар ишлатилса, БПП ифлосланган зонада танқарида шамолни доимий йўнилишини ҳисобга олган ҳолда ўрнатилади.

#### 4.9.2. Истеъмолчига яқинлаштирилган подстанциялар

Агар БПП ни кўп энергия ишлатувчи цехнинг ичида ёки ёнида жойлаштирилса, у истеъмолчига яқинлаштирилган подстанция (ИЯП) га айланади. 35ё220 кВли подстанцияни бевосита истеъмолчилар яқинига жойлаштириш натижасида 6ё10 кВ кучланишли тарқатиш тармоқларининг узунлиги қисқариб, кабель сарфи ва электр энергия йўқотишлари камаяди, ЭТС нинг иқтисодий кўрсаткичлари яхшиланади. Муҳит шароити ифлосланмаган корхоналарда ИЯП нинг 35ё220 кВ ли тарқатиш қурилмаси очиқ конструкциели, трансформаторлари барча ҳолларда очиқ ўрна-тилади, баъзан трансформаторлар кучайтирилган изоляцияли бўлиши мумкин.

ИЯП трансформаторлари ёнидан ўтувчи (транзит) линияларга ёки радиал линияларга уланиши мумкин. ЮБ томонида (35ё220 кВ) тарқатиш қурилма-сисиз, қисқа туташтиргич ва ажратгич ўрнатилади (радиал линияга уланса, ажратгич бўлмайди).

35 кВли ИЯП бўлса, 35 кВ томонида муҳит шароитидан қатъий назар ёпиқ тарқатиш қурилмаси ўрнатиш қулай. Бунда арзон нархли С-35 узгичи қўлланилади.

Муҳит шароити ифлосланган бўлса, ифлосланиш зонасини шартли равишда 2 қисмга бўлинади. 1-қисмга юқори даражада ифлосланган (Ш-даражали ифлос-ланиш) ҳудудлари киради. Бу ерда ёпиқ подстанция ишлатилади. 2-қисмга камроқ ифлосланган (II-даража-ли) ҳудудда очиқ тарқатиш қурилмаси ишлатилиб, электр жиҳозлари кейинги синф (класс)даги кучланишга чиқарилган кучайтирилган изоляцияли бўлиши керак. Агар бундай жиҳозлар йўқ бўлса, бу ҳолатда ҳам ёпиқ тарқатиш қурилмаси ўрнатилади.

#### 4.9.3. БПП тақсимлаш қурилмасидаги комплект тарқатиш шкафлари

Саноат корхоналарида  $35 \div 220$  кВ ли комплект подстанциялар кенг ишлатилмоқда. Бу подстанцияларнинг  $6 \div 10$  кВ ли тақсимлаш қурилмалари ичкарида ўрнатиладиган КРУ туридаги комплект тақсимлаш қурилмалари-шкафларида йиғилади. Ташқарида ўрна-тиладиган КРУН шкафлари эса кам ишлатилади. Чунки, корхоналарнинг муҳит шароитлари кўпинча ифлосланган бўлади, тез-тез таъмирлаш ишлари бажариб турилади. КРУН бу талабларга жавоб бермайди.

КРУ шкафларининг бир нечта сериялари бор. Бу шкафлардаги 10 кВ ли умумий ишлатиладиган ВМП-10 К ёғли узгичлари ва электр печлари учун ВМП-10 Э туридаги узгичлар 630-1000-1500-2000-3000 А номинал тоқларга мўлжалланган. Бу узгичларнинг узини қобилияти 10 кВ да 350 мВА ва 6 кВ да 200 мВА га тенг. КР-10/500 шкафида ВМПЭ-10 узгичи ўрнатишга бўлиб, у 1000-1250-2500-3200 А номинал токка, 10 кВ да 500 мВА узини қувватига ва 75 кА зарб токига чиқарилади.

Электр ёғли печлар учун электромагнит ўчириш системасига эга бўлган 6 кВли, 800-1000-1500 А номинал токли, узини қобилияти 200 мВА ли ВЭМ-6 узгичлари ўрнатишга К-Х шкафлари чиқарилади.

КРУ шкафларида ёғли узгич штенсел контактлари бўлган гилдиракли аравачада ўрнатилади. Бу аравачани камерада чиқарилганда электр занжирида кўринадиган узилтиш ҳосил бўлади. КРУ ячейкасининг қўзғалмас фасадида ўлчов приборлари ва ҳимоя релелари жойлаштирилади. Қўзғалувчан аравачали КРУ дан ташқари МГТ-10 туридаги оғир, ёғли стационар (қўзғалмас) узгичли КРУ шкафлари ҳам бор. Улар 2000 ва 3000 А номинал токка эга.

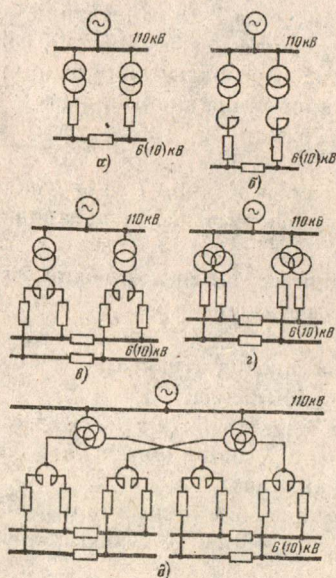
#### 4.9.4. БПП тарқатиш қурилмасининг компоновкаси (шаклланиши)

КРУ шкафларининг мўлжалланиши бўйича тўри (сеткаси) мавжуд. Бу сеткада кириш, секциялараро, чизиқли шкафлар, қучланиш трансформаторлари, кабель йиғма (сборка)лари, штенселли ажраттичлар ўрнатишга шкафлар ҳам бор. Булар илтари танланган ЭТС схемаси бўйича чизиқли шкафлар сони ва уларнинг тоқларини танлаш имконини беради. Кириш узгичи бўлган шкаф истеъмолчиларнинг умумий ҳисобий тоқи бўйича, секциялароро шкаф эса бу токнинг ярми бўйича танлади. Чизиқли шкафлардаги ёғли узгичларнинг номинал тоқлари шу шкафларга уланган кетувчи линияларнинг ҳисобий тоқларидан каттароқ қилиб танлади. Кириш, секциялараро ва чизиқли шкафлардан ташқари НОМ ва НТМИ туридаги қучланиш трансформаторлари ўрнатишга шкафлар ҳар секцияга биғтадан танланади. БПП икки трансформаторли, 2,4,6 ва 8 секцияли бўлиб, ҳар бир секцияда чизиқли шкафлар сони 4ёб та билан чекланади. Чизиқли узгичларнинг номинал тоқи 630 ёки 1000 А бўлиб, улардан яхшироқ фойдаланиш учун кетувчи линияларнинг ҳисобий ток

лари етарли даражада 630 ёки 1000 А га яқин қийматлари эга бўлиши керак. Бунга эришиш учун радиал схема оралиқ тарқатиш пунктлари (РП) билан, магистрал схемаси эса ток ўтказгичли ёки жуфт ўтиб кетувчи магистралли бўлиши керак.

#### 4.9.5. БПП 6 - 10 кВ ли тақсимлаш қурилмасининг схемалари ва қисқа туташув тоқларини чеклаш

БПП трансформаторларининг қуввати ортгани сари 6÷10 кВ томонидаги қисқа туташув тоқлари ҳам ортиб, уларни чеклаш талаб қилинади. Бунинг учун қуйидаги тадбирлар кўрилади: а). Битталиқ ёки иккиланган реакторлар қўллаш; б). Иккиламчи чўлғами иккига бўлинган трансформаторларни ўрнатиш. Бундай трансформаторлар 25 мВА номинал қувватдан бошлаб чиқарилади. Бундай конструкция 10 кВ да қисқа туташув тоқларини 80 мВА қувватгача чеклайди. 6 кВ да 63 мВА ва 80 мВА қувватли трансформаторлар учун яна қўшимча иккиланган реактор ҳам ўрнатилиши зарур. Бунда 2 трансформаторли БПП нинг 6 кВ ли ТҚ 8 та шиналар секциясидан иборат бўлади. Бу ЭТС схемасини мураккаблаштириб, юкларини секцияларга тақсимлашда қийинчилик келтириб чиқади. Бундан ташқари, иккиланган реакторлар электр ёйли печлар ва катта қувватли прокат моторларни улаш учун ҳам ўрнатилади. 4.25-расмдаги аёд да тақсимлаш қурилмасининг схемалари келтирилган.



4-25 расм. БПП тақсимлаш қурилмасининг схемалари ва қисқа туташув тоқларини чеклаш.

а) трансформатор реактив қаршилиги билан; б) реактор ёрдамида; в) иккиланган реактор билан; г) парчаланган чўлғамлар билан; д) парчаланган чўлғамлар ва иккиланган реактор билан.

#### 4.9.6. БПП трансформаторлариңи танлаш бўйича мисол

Мисол: Машинасозлик заводининг бош пайсайтирувчи подстанцияси трансформаторларининг энг юкланган куни учун суткалик графиги 4.10-жадвалда берилган. 1 - тоифага кирувчи истеъмолчиларнинг қуввати 10 мВА га тенг. Завод келажакда кенгайтирилади. БПП трансформаторларининг сони ва қуввати танлансин.

4.10 - жадвал. Машинасозлик заводининг суткалик графиги

S(t), мВА	8.5	17.5	25	20	12.5	8.5	22.5	17.5	20	8.5
t, соат	1÷7	8	9,10	11,12	13	14	15,16	17	18÷23	24

Ечили: 1). БПП трансформаторлари сонини танлаймиз. Заводда 1-тоифага кирувчи истеъмолчилар борлиги учун подстанцияда 2 та трансформаторлар танлаймиз.

2). БПП трансформаторлари қувватини йўл қўйиладиган ўрта юкланишни ҳисобга олган ҳолда 2 та вариантини белгилаймиз. Берилган суткалик графикдан энг катта қувват  $S_{max}=25$  мВА ва бу юкломанин вақти  $t=2$  соатни оламиз. Энг юкланган сутканин юкломалар графигининг тўлдириш коэффициентини аниқлаймиз:

$$K_{г.г.} = \frac{8.5 \cdot 7 + 17.5 \cdot 1 + 25 \cdot 2 + 20 \cdot 2 + 12.5 \cdot 1 + 8.5 \cdot 1 + 22.5 \cdot 2 + 17.5 \cdot 1 + 20 \cdot 6 + 8.5 \cdot 1}{24 \cdot 25} = 0.67$$

[А-6] даги 17.5 расмда  $K_{г.г.}=0.67$  ва  $t=2$  соат учун суткалик графиги бўйича йўл қўйиладиган систематик ўта юкланиш:

$$S'_{й.с.ю} = 0.2 \cdot S_{н.т.}$$

Йиллик графикнинг нотекислиги ҳисобига (ёзи кам юкланиш) трансформаторларни қўшимча равишда  $S_{й.с.ю}=15\%$ , ёки  $S_{й.с.ю}=0.15 \cdot S_{н.т.}$  ўта юклаш мумкин.

Нормал режимда заводининг максимал юкломаларида йўл қўйиладиган ўта юкланишлар йиғиндиси:

$$S_{й.с.ю} = S'_{й.с.ю} + S''_{й.с.ю} = 0.15 \cdot S_{н.т.} + 0.2 \cdot S_{н.т.} = 0.35 \cdot S_{н.т.}$$

Йўл қўйиладиган ўта юкланиш 30% дан ортмаслиги учун  $S_{й.с.ю}=0.3 \cdot S_{н.т.}$  қабул қиламиз.

Трансформаторлар қувватининг 2 та вариантини қабул қиламиз.

1-вариант. 2 та  $S_{н.т.}=16$  мВА қувватли трансформаторлар қабул қиламиз:

$$S_{н.т.} \Sigma = 2 \cdot S_{г.т.н} = 2 \cdot 16 = 32 \text{ мВА}$$

Максимал юкламада трансформаторнинг юкланиш коэффициенти



$$K_{\text{Ю}} = S_{\text{МАКС}} / 2 \cdot S_{\text{Т.Н.}} = 25 / 2 \cdot 16 = 0,78$$

2-вариант. 2та  $S_{\text{Н.Т.}} = 10$  мВА қувватли трансформаторлар оламыз:

$$S_{\text{Н.Т.}} \Sigma = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мВА}$$

Максимал режимда 2 га трансформаторларнинг йўл қўйиладиган энг катта қуввати:

$$S_{\text{МАКС.Т}} = 1,3 \cdot 2 \cdot 10 = 26 \text{ мВА}$$

Иккала вариант ҳам нормал режимда талаб-ларга жавоб беради:

1 - вариантда  $32 \text{ мВА} > 25 \text{ мВА}$ ,

2 - вариантда  $26 \text{ мВА} > 25 \text{ мВА}$

3. Битта трансформатор ўчирилганда, ишлаётган 2-трансформаторнинг ўта юкланишини текширамыз.

1-вариант. 16 мВА қувватли 1та трансформатор ўчирилганда, 2-трансформатор  $1,4 \cdot S_{\text{Н.Т.}} = 1,4 \cdot 16 = 22,4$  мВА қувватни ўтказиши мумкин. Бу корхона қуввати-нинг 90% ни ташкил этади. 1,4 коэффиценти авариядан сўнг энг катта ўта юкланишини ҳисобга олади.

2-вариант. 10 мВА қувватли 1 та трансформатор ўчирилганда ишлаб қолган 2-трансформатор  $1,4 \cdot 10 = 14$  мВА қувватни ўтказиши мумкин. 1-тоифага кирувчи истеъмолчиларнинг қуввати 10 мВАга тенглигини ҳисобга олсак, улар таъминотида узунлик бўлмайди. 2 ва 3 - тоифага кирувчи истеъмолчилар маълум вақтга узиллишга йўл қўйишини ҳисоблаб, 2-вариантни ҳам талабларга жавоб беради дейиши мумкин.

4. Техник-иқтисодий ҳисобларни бажарамыз.

Икки чўлғамли 35 кВ классидаги трансформаторларнинг техник кўрсаткичлари [А-6] да келтирилган.

1-Вариант:

$$S_{\text{Н.Т.}} = 16 \text{ мВА}; \Delta P_{\text{С.Ю.}} = 21 \text{ кВт}; \Delta P_{\text{Р.}} = 90 \text{ кВт}; U_{\text{Р.}} = 8\%; I_{\text{С.Ю.}} = 0,6\%; K_{16} = 18,6 \text{ м.сўм.}$$

2-Вариант:

$$S_{\text{Н.Т.}} = 10 \text{ мВА}; \Delta P_{\text{С.Ю.}} = 14,5 \text{ кВт}; \Delta P_{\text{Р.}} = 56 \text{ кВт}; I_{\text{С.Ю.}} = 0,8\%; U_{\text{Р.}} = 7,5\%; K_{10} = 12,35 \text{ м.сўм.}$$

Трансформаторлардаги йиллик қувват йўқотиш-ларини уларнинг иқтисодий афзал режимида аниқлаймиз.  $K_{\text{И.С.}} = 0,05$  кВт/кВАр қабул қиламыз.

1-Вариант.

$$\Delta Q_{\text{С.Ю.}} = S_{\text{Н.Т.}} \cdot I_{\text{С.Ю.}} \% / 100 = 16000 \cdot 0,6 / 100 = 96 \text{ кВАр};$$

$$\Delta Q_{\text{Р.}} = S_{\text{Н.Т.}} \cdot U_{\text{Р.}} \% / 100 = 16000 \cdot 0,6 / 100 = 1280 \text{ кВАр};$$

$$\Delta P_{\text{С.Ю.}} = \Delta P_{\text{С.Ю.}} + K_{\text{И.С.}} \cdot \Delta Q_{\text{С.Ю.}} = 21 + 0,05 \cdot 96 = 25,8 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{\text{Р.}} = \Delta P_{\text{Р.}} + K_{\text{И.С.}} \cdot \Delta Q_{\text{Р.}} = 90 + 0,05 \cdot 1280 = 154 \text{ кВт};$$

Битта трансформатордаги келтирилган қувват йўқотишлари:

$$\Delta P_{16} = \Delta P_{\text{С.Ю.}} + K_{\text{Ю}}^2 \cdot \Delta P_{\text{Р.}} = 25,8 + K_{\text{Ю}} \cdot 154;$$

Иккита трансформатордаги қувват йўқотишлари:

$$\Delta P \cdot 2 \cdot 16 = 2 \cdot \Delta P_{\text{С.Ю.}} + 2 \cdot \Delta P_{\text{Р.}} = 51,6 + K_{\text{Ю}0,5}^2 \cdot 2 \cdot 154 = 51,6 + K_{\text{Ю}0,5}^2 \cdot 308 \text{ кВт};$$

Бу ерда  $K_{\text{Ю}0,5}^2$  - 2 та трансформатор ишлагандаги юкланиш коэффиценти;

2 - вариант

$$\Delta Q_{\text{сво}} = (10000 \cdot 0.8) / 100 = 80 \text{ кВАр};$$

$$\Delta Q_{\text{к}} = (10000 \cdot 7.5) / 100 = 750 \text{ кВАр};$$

$$\Delta P^{\text{сво}} = 14.5 + 0.05 \cdot 80 = 18.5 \text{ кВт};$$

$$\Delta P^{\text{к}} = 65 + 0.05 \cdot 750 = 102.5 \text{ кВт};$$

$$\Delta P^{\text{10}} = 18.5 + \cdot 102.5 \text{ кВт};$$

$$\Delta P^{\text{2.16}} = 37 + 0.5 \cdot 205 \text{ кВт};$$

Иккита трансформатор билан ишлашга ўтиш қувватини аниқлаймиз :

1). 16000 кВА ли трансформатор учун

$$S_{\text{А}} = S_{\text{нТ}} \text{ мВА}$$

(бу формула [A1] да 163 бетда келтирилган).

2). 10000 кВА ли трансформатор учун

$$S_{\text{А}} = 10 \text{ мВА}$$

Вариантлар бўйича иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаймиз:

1 - вариант:

Капитал қўйилмалар  $K_1 = 2 \cdot K_{10} = 2 \cdot 18.6 = 37.2$  минг сўм ;

Йиллик амортизация ажратмалари  $Ca_{16} = K_{\text{А}} \cdot K_1 = 0.1 \cdot 37.2 = 3.72$  минг сўм;

$C_0 = 0.02 \text{ сўм} / (\text{кВт} \cdot \text{с})$  бўлганда электроэнергия йўқотишлари қиймати  $C_{\text{п}} = C_0 \cdot \Delta W_{16} = 0.02 \cdot 1208628 = 24.2 \text{ м.с.} / \text{й.}$

Йиллик эксплуатацион сарфлар :

$$C_{16} = Ca_{16} + C_{\text{п16}} = 3.72 + 24.4 = 27.92 \text{ сўм} / \text{йил.}$$

2 - вариант:

Капитал қўйилмалар  $K_2 = 2 \cdot K_{10} = 2 \cdot 12.35 = 24.7$  сўм.

Йиллик амортизация ажратмалари  $Ca_{10} = K_{\text{А}} \cdot K_2 = 0.1 \cdot 24.7 = 2.47 \text{ м.сўм} / \text{йил.}$

Электроэнергия йўқотишлари қиймати

$$C_{\text{п10}} = C_0 \cdot W_{10} = 0.02 \cdot 1487331 = 29.7 \text{ м.сўм.йил.}$$

Йиллик эксплуатацион сарфлар

$$C_{10} = 4.7 + 29.7 = 32.12 \text{ м сўм.}$$

Қолаш муддатини аниқлаймиз :

$T_{\text{к.м}} =$  йил

$T_{\text{к.м}} = 2.94 \text{ йил} < 8 \text{ йил}$  бўлгани учун ( $T_{\text{к.м.норм}} = 8 \text{ йил}$  нормадаги қолаш муддати) 1-вариант иқтисодий томондан афзалроқ. Заводни келажакда кенгайтиришни ҳам ҳисобга олган ҳолда 1-вариантдаги 2x16 мВА қувватли трансформаторларни узил-кесил танлаймиз.

Қуйидаги жадвалда вариантлар бўйича қувват ва электроэнергия йўқотишлар ҳисоби келтирилган:

## 4.11-жадвал

Юклама графиги погоналари №	Юклама кВА	Кю	$K_{ю0.5}$	Юклама погонаси муддати	Трансформаторлардаги қувват йўқотишлари, кВт	Трансформаторлардаги энергия йўқотишлари, кВт*с/йил
I - вариант						
1	1250	0,078	-	760	26,74	20320
2	2500	0,156	-	750	29,54	22161
3	8750	0,547	-	2000	97,68	195356
4	12500	-	0,39	1250	98,44	123050
5	17500	-	0,547	1500	195,36	293034
6	22500	-	0,703	1250	203,8	254770
7	25000	-	0,782	1250	239,9	299937
ЖАМИ I ЙИЛДА $\Delta W_{16} = 1208628$ кВт * с						
II - вариант						
1	1250	0,125	-	760	20,1	15277
2	2500	0,25	-	750	24,9	18680
3	8750	-	0,438	2000	76,3	152656
4	12500	-	0,625	1250	154	192598
5	17500	-	0,875	1500	193,9	290928
6	22500	-	1,125	1250	296,4	370566
7	25000	-	1,25	1250	357,3	446625
ЖАМИ II ЙИЛДА $\Delta W_{10} = 1487331$ кВт * с						

**5-БОБ. РЕАКТИВ ҚУВВАТНИ ҶРНИНИ ҚОНЛАШ****5.1. Реактив қувватни Ҷрнини қонлаш тўғрисида умумий маълумотлар ва реактив қувват Ҷрнини қонлаш вазифалари**

Реактив қувватнинг бир қисмини генераторлардан, қолган қисмини корхоналарга Ҷратиладиган маҳаллий манбалардан олиш мумкин. Истеъмолчилар учун реактив қувватни корхоналардаги маҳаллий манбаларда олишга реактив қувватни Ҷрнини қонлаш (компенсациялаш) дейлади (РҚҶҚ). РҚҶҚ электр таъминот системасининг иқтисодий ва техник кўрсаткичларини яхшилаш имконини беради. Электр тармоқларда электр энергиясини узатиш жараёнини кўриб чиқамиз.

Узатилаётган тўла қувват :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5.1)$$

ва Ҷтаётган ток

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (5.2)$$

(5.1) ва (5.2) ларда реактив қувват тўла равишда линия бошидаги манба энергосистеманинг район подстанциясидан олинади деб фараз қилинади. Линия охирида (корхонада) қуввати  $Q_k$  бўлган маҳаллий реактив қувват манбалари ўрнатилганда тўла қувват ва ток қуйидагича бўлиши мумкин :

$$S' = \sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2} \quad (5.3)$$

ва ток

$$I' = \frac{\sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (5.4)$$

бу ерда  $Q_k$  - ўрнини қоплаш қурилмаси бўлган маҳаллий манбанинг қуввати.  $S' < S$  бўлгани учун маҳаллий манбалардан фойдаланиш ЭТС даги трансформаторлар сони ёки қувватини камайтириш мумкин;  $I < I'$  бўлгани учун электр узатиш линиясининг кесим юзаси камайдиган ёки ўтказиш қобилияти ортади, линиядаги реактив қувват узатишда ҳосил бўладиган қўшимча актив қувват йўқотишлари камайдиган.

### 5.1.1. Реактив қувват истеъмолини камайтириш усуллари

Реактив қувватнинг асосий истеъмолчилари қуйидагилар:

1. Асинхрон моторлар (АД) - улар умумий реактив қувватнинг 60 % истеъмол қилади.
2. Куч трансформаторлари - реактив қувватнинг тахминан 20 % истеъмол қилади.
3. Бошқарилувчи тўғрилагичлар, индукцион печлар ва бошқалар тахминан 15-20 % истеъмол қилади.

Корхона ва цехлар бўйича системадан олинadиган реактив қувват истеъмолини камайтириш учун кучланиши 1000 гача ва 1000 даг юқори конденсатор батареялари (КБ), юқори кучланишли синхрон моторлар (СМ), синхрон компенсаторлар ва реактив қувватнинг статик манбалари ишлатилади. Бундан ташқари технологик механизмларнинг ва электр қурилмаларининг ишлаш жараёнига ва тузилишига таъсир қилиб, реактив қувват истеъмолини камайтириш мумкин. ЭТС ни лойиҳалаш ва ишлатишда реактив қувват ўрнини қоплаш учун 2 хил тадбирлар ишлатилади :

1. Махсус реактив қувват манбаси ишлатилган ҳолда уни қоплаш;
2. Махсус манба ишлатмасдан технологик жараёнга, электр қурилмаси конструкциясига ва параметрларига таъсир қилиб ўрнини қоплаш тадбирлари.

Шу тадбирларини кўриб чиқамиз :

1. Механизм ёки станокдаги асинхрон моторнинг салт юриш вақтини чеклаш. Чунки, АД салт юрганда асосан реактив қувватни истеъмол қилади ва унинг қувват коэффициенти  $\cos \varphi$  кичик қийматта эга. Шунинг

учун салт юриш вақти 10 сониядан ортиқ бўлган моторни тармоқдан автоматик узувчи мослама ўрнатилади.

2. Механизм конструкцияси имкон берса, юклаш коэффициенти кичик бўлган АД ларни кичикроқ қувватли моторга алмаштириш.

Бунда моторнинг юкланиш коэффициенти  $K_{\text{Ю}} < 0.45$  бўлса, катта қувватли моторни кичик қувватлиси билан иқтисодий ҳисоблар бажармасдан алмаштириш мумкин. Агар  $0.45 < K_{\text{Ю}} < 0.7$  бўлса, техника - иқтисодий ҳисоблар асосида алмаштириш мумкин.

3. Кам юкланган АД ва СМ ларни статор чўлғамларига берадиган кучланишни чўлғамларни учбурчакдан юлдузга қайта улаш орқали камайтириши билан реактив қувват истеъмолини қисқартириш. Бунини номинал кучланишда чўлғамлари учбурчак усулига уланадиган 4А сериясидаги моторлар учун қўллаш мумкин.

4. Имкони борича доимий иш режимига эга механизмларда ўрнатишган АД ларни СМ лар билан алмаштириш (насослар, компрессорлар, вентиляторлар). Чунки СМ реактив қувватни истеъмол қилмасдан, ўзи ишлаб чиқариб, тармоққа беришини мумкин.

5. Ўзгармас иш режимли механизмлар учун (катта қувватли насослар, компрессорлар, вентиляторлар учун) янгидан лойиҳалаш даврида СМ ўрнатишни кўзда тутиш.

Юқоридаги тадбирларни бажариш учун капитал маблағлар кам сарфланади. Шунинг учун уларни биринчи навбатда бажариб, сўнгра зарур бўлса реактив қувватнинг махсус манбаларини қўллаш мумкин.

## **5.2. Реактив юкламалар учун ўрнини қошлаш қурилмалари, уларнинг схемалари, конструкциялари ва асосий кўрсаткичлари**

Саноат корхоналарида реактив қувват манбалари сифатида конденсатор батареялари, синхрон моторлар синхрон компенсаторлар ва реактив қувватнинг вентилли манбалари ишлатилади.

Конденсатор батареяларни кўриб чиқамиз. Кучланиши 10 кВ гача бўлган конденсатор батареясида керакли қувватни олиш учун 3 фазали конденсаторлар, 20-35 кВ ли конденсатор батареясида 1 фазали конденсаторлар кетма-кет ва параллел улашиб, батарея ҳосил қилинади. Кучланиши 380 вольтли, 6 кВ ва 10 кВ ли конденсаторлар мавжуд. Улар минерал ёғ шимитилган (КМ туридаги) ва синтетик суюқлик шимитилган (КС) турида бўлади. 380 В ли конденсаторларнинг қувватлар шкаласи 4÷50 кВАр га, 6÷10 кВ ли конденсаторларнинг қувватлар шкаласи 10÷75 кВАр га тенг.

Конденсатор батареяларининг иқтисодий кўрсаткичлари қуйидагича :

1) Солиштирма қувват йўқотишлари 380 В да  $P_{\text{сол}} = 4 \text{ Вт/кВАр}$ ; 6-10 кВ да  $P_{\text{сол}} = 2 \div 2.5 \text{ Вт/кВАр}$ .

2) Юқори кучланишли конденсаторларнинг солиштирма қиймати даст кучланишли конденсаторларга қараганда арзонроқ.

Ҳозирги пайтда комплект конденсатор қурилмалари (батареялари)

ишлатилади. Уларнинг қуввати бир нечта поғонада ростланиши мумкин. Поғоналар сони 2-5 тагача бўлади. Лойиҳаларда кўп ишлатиладиган комплект қурилмалар қуйидагилар:

УКПН-0,38-110,	УКЛН-0,38-110
УКПН-0,38-150 (160),	УКЛН-0,38-150 (160)
УКПН-0,38-220,	УКЛН-0,38-220
УКПН-0,38-300 (320),	УКЛН-0,38-300 (320)

Бу ерда: УК-конденсатор қурилмаси; Н-кучланишни ростлаш мумкин; 0,38-кучланиш (кВ); 110,150 (160),220,300(320)-қувватлари, кВАр; П-ўнг томонга, Л-чап томонга ўрнатилувчи.

Ёритиш юкламалари учун УК туридаги батареялар чиқарилади. УК-40,60,72,110;

6÷10 кВ кучланишларда КУ ва КУН туридаги комплект батареялар ишлатилади (КУ-450;600;900-хона ичида ўрнатиш учун, КУН-450;600;900 ташқарида ўрнатиш учун).

Электр юритма учун ишлатиладиган 6÷10 кВли синхрон моторларнинг қўзғотиш режимларини кўриб чиқамиз.

Агар СМ нинг қўзғотиш токи  $i_{\text{к}}$  ўзининг номинал қиймати  $i_{\text{н}}$  дан кичик бўлса ( $i_{\text{к}} < i_{\text{н}}$ ), у АД сингари ишлаб, тармоқдан реактив қувватни истеъмол қилади. Бу кам қўзғотиш режими дейилади.

$i_{\text{к}} = i_{\text{н}}$  бўлса, СМ тармоқдан реактив қувват олмайди ва бермайди, бунда  $\cos\phi = 1$  га тенг бўлади.

$i_{\text{к}} > i_{\text{н}}$  бўлса, ўта қўзғатиш режими кузатилади. Бунда СМ тармоққа реактив қувват беради ва кучланишни оширади. Агар бирор ишлаб чиқариш механизмда ишлаб турган СМ ни реактив қувват манбаси сифатида ишлатилса, капитал сарфлар 0 га тенг деб олинади. Аммо, СМ да кўшимча актив қувват йўқотишлари пайдо бўлади:

$$\Delta P_{\text{СМ}} = \frac{D_1}{Q_{\text{н}}} \cdot Q + \frac{D_2}{Q_{\text{н}}^2} \cdot Q^2$$

бу ерда  $D_1, D_2$  - Моторнинг техник кўрсаткичларига боғлиқ бўлган солиштирма қувват йўқотишлари [кВт];

$D_1/Q_{\text{н}}$  - [кВт/кВАр] ва  $D_2/Q_{\text{н}}^2$  [кВт/кВАр<sup>2</sup>] - солиштирма қувват йўқотишлари маълумотномаларда берилади.

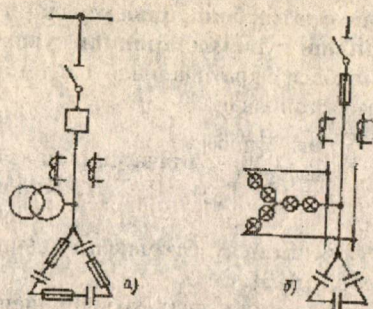
$Q_{\text{н}}$  - моторнинг номинал реактив қуввати, кВАр (паспорт қиймати)

$Q$  - мотордан олинаётган реактив қувват, кВАр;

СД дан олинishi мумкин бўлган энг катта реактив қувват қуйидагича топилади:

$$Q_{\text{СД}} = \frac{\alpha_{\text{м}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \text{tg } \varphi_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}}$$

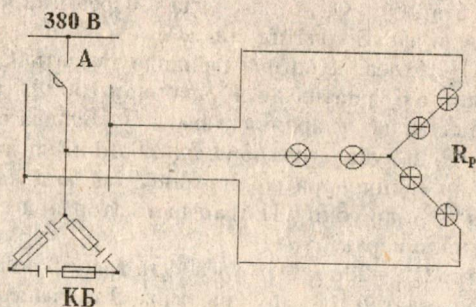
бу ерда  $P_{\text{н}}$  - моторнинг номинал қуввати;  $\alpha_{\text{м}} = 1.1 \div 1.4$  - мотор конструкциясига боғлиқ бўлган коэффициент,  $\eta_{\text{н}}$  - фойдали иш коэффициенти



5.1-расм. 6-10 кВ ли конденсатор батареяларининг уланиш схемалари бу ерда:  $R_p$  - разряд қаршилиги

СМ ни салт режимда ишлатиб, фақат реактив қувват манбаси сифатида қўллаш катта фойда келтирмайди, салт юрганда актив қувват йўқотиши кўп бўлади.

Конденсатор қурилмаларининг схемаларини кўриб чиқамиз. 5.1-расмдаги а - схемада ЮК конденсатор батареясини узгич орқали уланиши келтирилган. Разрядлаш қаршилиги сифатида 2 та 1 фазали кучланиш трансформатори ишлатилади. б - схемада ПК кучланишли конденсатор батареясини уланиши кўрсатилган бўлиб, разряд қаршилиги сифатида чўланма лампалар ишлатилган.



5.2 - расм. 380 В кучланишда марказланган ўрнини қоплаш схемаси.

5.2-расмдаги марказланштирилган ўрнини қоплаш схемаси келтирилган бўлиб,  $R_p$  сифатида чўланма лампалар қўлланилган. Лампаларни юлдуз усулида ҳар бир фазага кетма-кет 2 тасини улаш улардаги кучланишни 110 В гача камайтириб, ишлаш муддатини оширади.

### 5.3. Ўрнини қўллаш қурилмаларининг қуввати, ўрнатиш жойи ва иш режими таълаш, автоматик бошқариш усуллари ва принциплари

#### 5.3.1. Ўрнини қўллаш қурилмаларининг қувватини таълаш

Реактив қувват манбаси сифатида ишлатиладиган қурилманинг керакли қуввати қуйидагича топилади:

$$Q_{\text{РК}} = P_{\text{У.Йилл}} ( \text{tg}\varphi_{\text{У.Йилл}} - \text{tg}\varphi_{\text{НОРМ}} )$$

Бу ерда  $P_{\text{У.Йилл}} = W_{\text{Йилл}}/T_{\text{Йилл}}$  - ўртача йиллик актив қувват.

$\text{tg}\varphi_{\text{У.Йилл}} = V_{\text{Йилл}}/W_{\text{Йилл}} = (Q_{\text{Х}} \cdot T_{\text{МР}})/(P_{\text{Х}} \cdot T_{\text{М}})$  - йиллик ўртача реактив қувват коэффициенти.

$T_{\text{М}}$  ва  $T_{\text{МР}}$ -актив ва реактив қувват максимумларидан фойдаланишнинг йиллик соатлар сони [А-6].

$\text{tg}\varphi$  норм-норматив реактив қувват коэффициенти бўлиб, қиймати  $\cos\varphi_{\text{НОРМ}}$  бўйича ҳисобланади. Агар корхона район подстанциясидан таъминланиб, 2 та поғонали трансформация - БПП, ТП мавжуд бўлса  $\cos\varphi_{\text{НОРМ}}=0,95$  га тенг бўлади. Агар 1 та поғонали трансформация (ТП) бўлса,  $\cos\varphi_{\text{НОРМ}}=0,93$ , корхона генератор кучланиши остида таъминланса,  $\cos\varphi_{\text{НОРМ}}=0,85$  деб олинади [А-4].

Қуввати 80-100 кВтдан ортиқ АД ва бошқа ЭИ лар учун индивидуал ўрнини қўллаш (индивидуал компенсация) энг яхши самара беради.

Гуруҳ учун ўрнини қўллаш, агар талаб қилинадиган реактив қувват миқдори  $Q_{\text{РК}}$  қиймати 110 кВАр атрофида ёки ундан ортиқ бўлса, ишлатилади. Агар ЭИ лар ва улар нинг гуруҳларининг  $Q_{\text{РК}}$  қуввати турлича бўлиб, цех ичида конденсатор батареяларини ўрнатиш иложи бўлмаса, марказлаштирилган ўрнини қўллаш ишлатилади. 6-10 кВ ли тармоқларда СМ бўлса, унинг реактив қуввати  $Q_{\text{СМ}}$  керакли қувват  $Q_{\text{РК}}$  билан солиштирилади: агар  $Q_{\text{СМ}} > Q_{\text{РК}}$  бўлса, унда СМ реактив қувватига эҳтиёжни тўла қўллайдиган КБ ўрнатибмайди.

Агар  $Q_{\text{СМ}} < Q_{\text{РК}}$  бўлса, қўшимча равишда қуввати  $Q_{\text{РК}} - Q_{\text{СМ}}$  га тенг юқори кучланишли КБ ўрнатилади. Кучланиши 1000 В гача электр тармоқларида КБ ишлатилиб, уларнинг қуввати  $Q_{\text{РК}}$  бўйича таъланади.

КБ ларнинг сони қуйидагича топилади. 6-10 кВ ли тармоқларда КБ лар сони шиналар секциялари сонига тенг ёки унга каррали бўлиши керак. 380 В да КБ лар сони ТП трансформаторлари сонига тенг ёки унга каррали бўлиши керак.

1-мисол. Агар  $Q_{\text{РК}}=230$  кВАр бўлса, 1 та трансформаторли ТП учун 1 та 1х220 кВАр қувватли КБ қабул қиламиз. 2 та трансформаторли ТП учун бўлса,  $Q_{\text{РК}}=2 \times 110$  кВАр қувватли конденсатор батарея таълаймиз.

2-мисол.  $S_{\text{Т}}=2 \times 2500$  кВА қувватли ТП учун КБ лар сони ва қуввати таълансин.  $Q_{\text{РК}}=1980$  кВА эканлиги ҳисоблаб топишган.  $Q_{\text{Р}}=6 \times 320=1920$  кВАр ёки  $Q_{\text{КТ1}} + Q_{\text{КТ2}}=3 \times 320 + 3 \times 320$  кВАр КБ қабул қиламиз. Буида  $Q_{\text{КТ1}}, Q_{\text{КТ2}}$ -ТП 0,4/0,23 кВ ли тарқатиш қурилмаси 1 ва 2 секцияларига уланадиган конденсатор батареянинг умумий қуввати:

$$Q_{\text{К1}} = Q_{\text{К2}} = 3 \cdot 320 = 960 \text{ кВАр}$$



### 5.3.2. КБ нинг ўрнатиш жойларини танлаш

Кучланиши  $6 \div 10$  кВ ли КБ БПП ёки РП нинг 6-10 кВ ли ТҚ ёнида ўрнатилади ва унга уланади.

Кучланиши 1000 В гача бўлган КБ ларнинг ўрнатиш жойлари қуйидагича танланади :

а) Марказлаштирилган ўрнини қоплашда конденсатор батареяси цех ТП си ёнида ўрнатилади ва унинг 0,4 кВ ли ТҚ сига уланади.

б) Гуруҳ учун ўрнини қоплашда конденсатор батареяси гуруҳ РП си ёки ШРА ёнига ўрнатилади ва уларга уланади.

в) Индивидуал ўрнини қоплашда конденсатор батареяси катта қувватли моторга яқин жойлаштирилиб, унинг статор чўлғамига уланади.

### 5.3.3. Ўрнини қоплаш қурилмаларининг иш режимини танлаш.

#### Автоматик бошқариш принциплари

Ўрнини қоплаш қурилмаларининг иш режими истеъмолчининг реактив қувват графигига ва шу истеъмолчи уланган электр тармоқларидаги кучланиш сатҳига боғлиқ ҳолда танланади.

Агар кучланиш сатҳи йўл қўйиладиган қийматидан ортиб кетса, КБ қисман ёки бутунлай ўчириб қўйилади, СМ эса кам қўзғатиш режимга ўтказилади. Агар кучланиш йўл қўйиладигандан камайиб кетса, конденсатор батарея қисман ёки тўла уланади, СМ эса ўта қўзғатиш режимига ўтказилади. Юқоридаги узиниш ва улаш операциялари махсус автоматика ёрдамида амалга оширилади. Амалда вақт бўйича, кучланиш ва ток бўйича ўрнини қоплаш қурилмаларининг қувватини ростлаш принциплари мавжуд. Вақт ва ток принципарида S ва Q суткалик графиклардан фойдаланади. Кучланиш принципида эса кучланиш релеси сигнал буйича ростлаш амалга оширилади. Мустақил ишлаш учун шу принципларни тўлароқ ўрганиш мумкин [А1].

### 5.4. Ўрнини қоплаш усулларини танлаш ва техник иқтисодий ҳисоблар

Юқори ва паст кучланишли реактив қувват истеъмолчилари учун қуйидаги ўрнини қоплаш усуллари ишлатилади :

1. Агар корхонада  $6 \div 10$  кВ СМ бўлса ва уларнинг реактив қуввати Qсм  $6 \div 10$  кВли тармоқлардаги реактив юкламаларини ўрнини қоплаш учун етарли бўлса, бу моторлар шу мақсадларда биринчи навбатда ишлатилади ва ҳеч қандай техник-иқтисодий ҳисоблар талаб қилинмайди.

2. Агар Qсм етарли бўлмаса, қўшимча равишда 6-10 кВ ли КБ ўрнатилади.

3. Кучланиши 1000 В гача бўлган реактив юкла-маларни ўрнини қоплашда қуйидаги вариантлар мавжуд:

1-вариант : Паст кучланишли реактив юкламалар учун ишлаб турган 6÷10 кВ кучланишли СМ ларни қўллаш (Агар уларни қуввати егарли бўлса). Бу вариантдаги капитал сарфлар:

$$K_1 = \Delta K_{\text{КАБ1}} + \Delta K_{\text{ТП1}}$$

бу ерда  $\Delta K_{\text{КАБ1}}$  ва  $\Delta K_{\text{ТП1}}$  -  $Q_R$  қувватини СМ дан 380 В ли ЭИ ва И гача узатишда кабелларга ва ТП трансформаторларига сарфланадиган қўшимча сарфлар [А-7].

Эксплуатация сарфлари :

$$C_1 = C_{\text{А1}} + C_{\text{И1}} + C_{\text{ИСМ1}}$$

бу ерда  $C_{\text{А1}}$  - Амаргизация ажратмалари;  $C_{\text{И1}}$  -  $Q_R$  қувватни узатиш натижасида 6-10 кВ кабеллардаги ва ТП трансформаторлардаги қўшимча энергия йўқотиш-лари қиймати бўлиб, қуйидаги йиғиндига тенг :

$$C_{\text{И1}} = C_{\text{Й.КАБ}} + C_{\text{Й.ТП}}$$

$C_{\text{ИСМ1}}$  - СМ даги реактив қувват ишлаб чиқариш учун кетган қувват йўқотишлари :

$$C_{\text{ИСМ1}} = \Delta P_{\text{СМ}} \cdot T_{\text{ЙИЛ}} \cdot C_0$$

бу ерда  $C_0$  - 1 кВт соат энергиянинг нархи ;

2-вариант. 6-10 кВ ли КБ қўллаш. Бу вариант-даги капитал ва эксплуатацион сарфлар қуйидагича топилади:

$$K_2 = K_{\text{КБ}} + \Delta K_{\text{КАБ2}} + \Delta K_{\text{ТП2}}$$

$$C_2 = C_{\text{А2}} + C_{\text{Й2}} + C_{\text{Й.КБ}}$$

бу ерда  $K_{\text{КБ}}$  - 6÷10 кВ ли КБ нинг қиймати;  $C_{\text{Й.КБ}}$  - КБ даги электр энергияси йўқотишлари қиймати:

$$C_{\text{Й.КБ}} = P_{\text{СОЛ}} \cdot Q_{\text{КБ}} \cdot 10^{-3} \cdot c_0 ; (P_{\text{СОЛ}} = 2 \div 2.5 \text{ Вт/1кВАр})$$

3 - Вариант: 380 В ли КБ қўллаш.

$$K_3 = K_{\text{КБ}}$$

$$C_3 = C_{\text{А3}} + C_{\text{И3}}$$

бу ерда  $K_{\text{КБ}}$  - КБ нинг қиймати;  $C_{\text{А3}} = P_{\text{А}} \cdot K_{\text{КБ}}$  - амортизация;  $C_{\text{И3}} = P_{\text{СОЛ}} \cdot Q_{\text{КБ}} \cdot 10^{-3} \cdot c_0$  - электр энергия исрофи қиймати;  $P_{\text{СОЛ}} = 4 - 4.5 \text{ Вт/1 кВАр}$

Лойиҳаланида 1 ва 3 вариантлар ёки 2 ва 3 вариантлар биргаликда кўриб чиқилади (1 ва 2 солиштирилмайди).

## 6 - БОБ. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИНГ СИФАТИ

### 6.1. Кучланиш оғиши ва тебраниши

Корхона подстанцияси шиналаридаги ҳақиқий кучланиш билан номинал кучланиш орасидаги фарқ кучланиш оғиши дейилади ва қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U = \frac{U - U_{\text{Н}}}{U_{\text{Н}}} 100\%$$

Кучланиш оғиши вольтларда, фоизларда ёки нисбий birlikларда ишлатилади. Амалда кучланиш оғиши қуйидаги асосий факторларга боғлиқ:

1. Электр энергияси манбаси бўлган энергосистемадаги кучланиш режимига;

2. ЭТС элементларидаги кучланиш йўқотишларига;

3. Кучланишнинг ростловчи қурилмалар ҳосил қилган қўшимча кучланишларга.

Кучланиш тебраниши кучланишнинг бир-бирига қўшни бўлган энг катта  $U_{\text{макс}}$  ва энг кичик  $U_{\text{мин}}$  қийматлари орасидаги фарққа айтилади. Кучланиш тебраниши ҳам кучланиш оғиши сингари вольтларда, нисбий birlik ёки фоизда аниқланиши мумкин. Трансформация коэффициентини ишлатилмайдиган нисбий birlikлар ёки фоизлар энг қулай ҳисобланади. Кучланиш тебраниши қуйидагича ифодаланади:

$$\delta U = \frac{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}}{U_{\text{н}}} 100\%$$

Кучланиш оғиши ва кучланиш тебраниши орасидаги фарқ кучланишнинг вақти бўйича ўзгариш тезлиги билан аниқланади. Агар ўзгариш тезлиги 1 сонияда 1% дан кичик бўлса - кучланиш оғиши, 1% дан катта бўлса - кучланиш тебраниши деб қабул қилинади.

Кучланиш тебраниши катта қувватли, тез ўзгарувчан иш режимга эга бўлган ЭИ ларнинг иши натижасида ҳосил бўлади. Бундай ЭИ ларга электр пайвандлаш машиналари, электр ёй печлари, иш режимлари қайтарилувчи-қисқа муддатли электр юритмалар киради (прокат станлари, кранлар).

### 6.1.1. Кучланиш оғиши ва кучланиш тебранишининг асосий электр ишлатувчиларининг ишига таъсири

1) Кучланиш оғишининг АД ишига таъсири. АД механик характеристикасининг қаттиқлиги катта бўлгани учун кучланиш 5% га камайса, мотор тезлиги тахминан 1% га камаяди; кучланиш 10% камайса, 2,5% гача камаяди. Шунинг учун АД ва СМ учун 5% гача кучланиш пасайишига йўл қўйилади. Кучланиш номинал кучланишдан каттароқ бўлса, моторлар тезлигига кам таъсир кўрсатади, ammo, статор токи ортади ва мотор кўпроқ қизийди. Кучланишнинг 10% гача ортишига йўл қўйилади.

2) Электротехнологик қурилмаларда кучланиш номинал қиймати-дан паст бўлса, улардаги технологик жараён чўзилади ва электр энергия сарфи ортиб кетади.

3) Ёритиш жиҳозларга кучланиш оғишининг таъсирини кўрамиз. Кучланиш номиналдан паст бўлса, чўланма лампаларининг ёрушлик оқими камаяди. Газ разрядли лампалар ўчиб қолиши мумкин. Агар кучланиш номиналдан ортиқ бўлса, лампаларнинг ишлаш муддати қисқариб, катта зарар кўрилади. Ёритиш тармоқларида +5% ва -2,5% кучланиш оғишига йўл қўйилади.

Қолган ЭИ лар учун  $\pm 5\%$  кучланиш оғишига йўл қўйилади.

Кучланиш тебранишининг ЭИ лар ишига таъсирини кўрамиз. Агар АД уланган электр тармоқларида  $15\%$  ортиқ кучланиш пайсаиши рўй берса, мотор магнит (пускатель) юргизгич томонидан тармоқдан узилади. Бу техник жараёни бузилишига олиб келади. Кучланиш тебранишига энг сезгир - ёритиш асбоблари ҳисобланади. Агар тармоқда кучланиш тебраниши тез-тез кузатилса, ёритиш приборларининг ёритиши тез ўзгариб, ишчиларнинг ишига салбий таъсир кўрсатади. Кучланиш тебранишини таъсирини камайтириш учун тез ўзгарувчан ЭИ лар алоҳида трансформатордан ёки алоҳида линиялардан таъминланиши керак. Алоҳида трансформаторга чиқариш асосан ёритиш тизими ишига таъсир бўйича белгиланади. Бунда бир соат ичида йўл қўйиладиган тебранишлар сони  $n$  қуйидагича топилади :

$$n = \frac{6}{\delta U - 1}$$

Йўл қўйиладиган тебранишлар сонини ҳақиқий тебранишлар сони  $n_x$  билан солиштирамиз. Агар  $n > n_x$  бўлса, битта умумий трансформатордан таъминлаш мумкин.  $n < n_x$  бўлса, ёритиш юкламалари учун алоҳида трансформатор ўрнатиш керак.

## 6.2. Кучланишлар носинусоидаллиги

Электр станциясидан электр энергияси кучланиши оний қийматининг вақт бўйича ўзгариши синусоида кўринишида чиқади. Куч трансформаторлари, моторлар, тўғрилагичлар ва барча ўзгарувчан ЭИ лари синусоидал кучланишда ишлашга мўлжалланган. Баъзи ҳолларда, агар корхонада вольт-ампер характеристикаси чизиқли бўлмаган (почизиқли) ЭИ лар мавжуд бўлса, электр тармоқларидаги кучланиш графиги синусоидалдан фарқли бўлиб қолади. Буларга электр ёйли печлар, электр пайвандлаш машиналари, бошқарилувчи ва бошқарилмайдиган тўғрилагичлар, электр овозлар киради.

Кучланишнинг носинусоидал графиги Фурье қаторига ёйилса, уни  $\gamma$ -тартибли гармоника синусоидалар йиғиндисидан иборатлигини кўрамиз.  $\gamma = 1$  гармоника асосий гармоника дейилади. Тартиби  $\gamma > 2$  бўлган гармоникалар-юқори тартибли гармоникалар дейилади. Кўприк схемали бошқарилувчи тўғрилагичлар уланган тармоқларда пайдо бўладиган юқори гармоникалар тартиби  $\gamma$  қуйидагича топилади:

$$\gamma = mk \pm 1$$

бу ерда  $k=0,1,2,\dots,n$  - натурал сонлар қатори;  $m$ -тўғрилаш фазалари сони; Ларионов схемаси бўйича уланган 3 фазали тўғрилагич учун  $m=6,12$  та тиристорли 2 та кўприкли схема учун  $m=12$  ва ҳоказо.

Кучланиш носинусоидаллиги қуйидагича салбий таъсир кўрсатади:

1. Электр тармоқларидаги юқори тартибли гармоникалар қўшимча қувват йўқотишлари ҳосил қилади ва электр қурилмаларининг ишлаш муддати қисқаради;

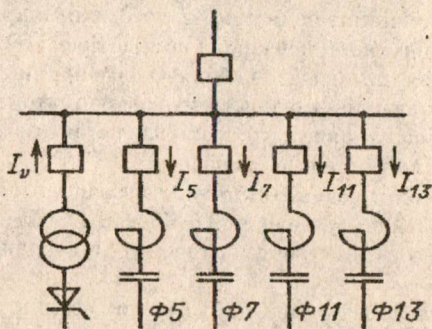
2. Автоматика воситаларининг иши бузилади, электр ўлчовлари қийинлашади;

3. Электр алоқа каналларида ҳалақитлар пайдо бўлади;

4. Конденсатор батареялари қизиши ва шундан чиқиши мумкин. Чунки, конденсаторнинг юқори гармоникаларга қаршилиги гармоника тартибига пропорционал равишда камаяди, булар носинусодал-ликни камайтириш учун турли тadbирлар мавжуд. Буларга қуйидагилар киради:

а) тўғрилагичлардаги  $m$  ни ошириб  $m=12, 24, 36$  схемаларига ўтиб, 5, 7, 11, 13, 23, 25, 35, 37 ва ҳоказо гармоникаларни йўқ қилиш мумкин.

б) энг яхши натижа L-C филтърларни қўллаб олинади (6.1-расм). Бу филтърлар тармоққа кетма-кет уланувчи паст кучланишли реактордан ва параллел уланувчи конденсатор батареясидан иборат бўлиб, маълум тартибли гармоникларни йўқотишга мосланади.



6.1-расм. 5,7,11 ва 13-гармоникалар филтърларини улаш схемаси

L-C филтърларнинг афзаллиги уларнинг носи-нусодалликни камай-тиришдан ташқари реактив қувватни ўринини қоплаш учун ҳам ишлати-лади. Камчилиги катта габарит ўлчамларга эга, оғирлиги катта ва нархи анча қиммат.

Носинусодаллик даражаси махсус носину-содаллик коэффициентини орқали белгиланади :

$$K_{нс} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1} 100 \%$$

бу ерда  $U_n$  - тартиби  $n \geq 2$  бўлган кучланишлар,  $U_1$  - асосий гармоника

$K_{ис} \leq 5\%$  бўлса, носинусодалликнинг таъсири кам бўлади ва юқори тартибли гармоникалари йўқотиш тадбирлари кўрилмайд.

### 6.3. Кучланиш носимметрияси

Агар  $U_A = U_B = U_C$  ва фазалар кучланишлари векторлари орасидаги бурчак 1200 га тенг бўлса, симметрик системага эга бўламиз. Агар юқоридаги шартлар бузилса, носимметрик система ҳосил бўлади. Кучланиш носимметрияси 2 та фазага ёки фаза кучланишига уланадиган катта қувватли 1 фазали ЭИ ларнинг иши натижасида пайдо бўлади. Бундай ЭИ ларга электр пайвандлаш машиналари, қаршилик печлари, 1 фазали индукцион печлар, электрлаштирилган темир йўл транспортлари ва бошқалар кирди. Носимметрия кўйидаги кўринишда бўлади :

1. Фаза кучланишларининг ўзаро тенг эмаслиги. Бу бир фазали қаршилик печларининг ишидан ҳосил бўлади.
2. Фаза кучланишлари ўзаро тенг эмас ва уларнинг векторлари орасидаги бурчак 1200 дан фарқли.

3. Нул нуқтасининг сўлжиши. 2 ва 3 пунктлардаги носимметрия пайвандлаш ва индукцион печлар ишлаганда ҳосил бўлади.

Носимметрия натижасида кабель ва симларнинг ток ўтказиш қобилиятидан тўла фойдаланилмайди, куч трансформаторларининг юкланиш коэффициентлари камаяди, реле ҳимояси ва автоматика ҳамда электр алоқа каналларининг иши ёмонлашади.

Носимметрияни математик таҳлил қилиш учун симметрик ташкил этувчиларга ажратиб усулидан фойдаланамиз. Бунда ҳар қандай носимметрик системани учта симметрик ташкил этувчидан иборат қилиб ажратиш мумкин :

1. Тўғри кетма-кетликка эга бўлган симметрик ташкил этувчи:

$$U_T = \bar{U}_A + a\bar{U}_B + a^2\bar{U}_C$$

бу ерда:  $a = e^{-\frac{2\pi}{3}}$  - оператор

2. Тескари кетма-кетликка эга бўлган симметрик ташкил этувчи:

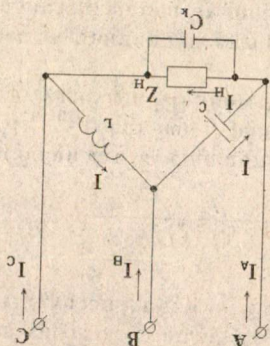
$$U_{тес} = \bar{U}_A + a^2\bar{U}_B + a\bar{U}_C$$

3. Ноль кетма-кетлик ташкил этувчи

$$U_0 = \frac{1}{3}(\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C)$$

Носимметрия ўлчови сифатида кучланиш носимметрияси коэффициенти  $K_{исм}$ , u ва кучланиш мувозанатсизлиги коэффициенти  $K_0$ , u. ишлатилади:

6.2 - вем. Бир фазали юкзавани симметривлаши схемаси (Штейнменн схемаси).



1. Имкон бўлса, катта кўватли бир фазали ЭИ ларни алоҳида линиялар билан манбога улаш. Манба сифатида ВШП ёки район постан-цияси бўлиши мумкин.
  2. Бир фазали ЭИ ларни фазаларга тенг тақсимлаш.
  3. Махсус симметривловчи кўришмалар ўрнатил.
- Носимметрни камайтириш йўллари кўйилганлар:
- ган кўйилган:  $\epsilon \leq 5\%$
- Кўватлар оралиги носимметрия коэффициенти-нинг йўл кўйилганлиги:
- $S_{SK}$  - постанция шинасидаги ёнса уташув кўватли.
- $S_{БЮ}$  - 1 фазали ЭИ лар юкзаваси;
- бу ерда:

$$\epsilon = \frac{S_{SK}}{S_{БЮ}}$$

Носимметрия системادا текари кетма-кетлик ташкил этувачи хосил қилганидан тор йўл кўриш кетма-кетлик токи йўл кўриш, ЭТС элмен-тларида ўл юкзавани хосил қилиши мумкин. Шунинг учун  $U_{TEC} \leq 2\%$  йўл кўйилган. Амалий мақсадларга баъзан носимметрия коэффициенти топилади:

$$K_{0,u} = \frac{U_x}{U_0} \cdot 100\%$$

$$K_{KCM} = \frac{U_H}{U_2} \cdot 100\%$$

$K_{HML} \leq 2\%$  га йўл кўйилган

Агар катта қувватли бир фазали ЭИ лар носимметрия ҳосил қилса, улар учун махсус симметрияловчи қурилмалар ишлатилади (6.2-расм). Қурилмалардаги конденсатор ва реакторларни танлаш шартлари :

$$Q_c = QL = \frac{P_0}{\sqrt{3}}$$

бу ерда  $P_0$  - 1 фазали юкламаларнинг актив қуввати.

#### 6.4. Частота оғиши ва тебраниши

Электр токи частотасининг номинал қиймати 50 Гц (60 Гц) га тенг. Частотанинг секундига 0.1 Гц дан кичик тезлик билан ўзгариши частота оғиши дейилади. Частотанинг секундига 0,1 Гц дан ортиқ тезлик билан ўзгариши частота тебраниши дейилади. Номинал частотадан  $\pm 0,1$  Гц миқдорда частота оғишига йўл қўйилади (частота 49,9  $\div$  50,1 Гц оралиқда ўзгариши мумкин).  $\pm 0.2$  Гц миқдорда частота тебранишига йўл қўйилади (49,8  $\div$  50,2 Гц оралиқда частота тебраниши мумкин).

Частотанинг йўл қўйиладиган қийматларидан пасайиши энергосистеманинг мустақкамлигини камайтиради ва истеъмолчиларнинг қўйлаб узилишига олиб келади. Шуни олдини олиш учун АЧР (частота бўйича автоматик юксизлаш) қурилмаси ўрнатилиб, у аҳамияти кам бўлган истеъмолчиларни узиб, актив юкламани камайтиради ва частотани тиклайди.

## 7-БОБ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ СИСТЕМАСИДА КУЧЛАНИШНИ РОСТЛАШ

### 7.1. ЭТС да кучланишни ростлаш принциплари

ЭТС даги кучланиш оғиши, асосан, учта факторга боғлиқ бўлиб, улар қисман берилади, қисман ҳисоблаб топилади (§6.1). Шуларни ҳисобга олган ҳолда ЭП лардаги  $U_2$  кучланиш қиймати қуйидаги формула билан топилади:

$$U_2 = U_1 \pm \Delta U_{\text{ГЕН}} \pm \Delta U_{\text{Қўш}} - \frac{P_x \cdot R + (Q_x - Q_k)(X_L - X_c)}{U} \quad (7.1)$$

бу ерда:  $U_1$  - линия бошидаги кучланиш;  $\pm \Delta U_{\text{ГЕН}}$  - генераторнинг қўшимча кучланиши;  $\pm \Delta U_{\text{Қўш}}$  - ростловчи қурилмаларнинг қўшимча кучланишлари;  $X_c$  - кетма-кет уланувчи КВ нинг,  $X_L$  - линиянинг индуктив қаршиликлари.

$U_2$  кучланишни электростанция генераторида ўрнатиш билан  $\pm 5\%$  оралиқда ростлаш мумкин ( $\pm \Delta U_{\text{ГЕН}} = \pm 5\%$ ).

ЭТСда кучланишни ростловчи асосий қурилмаларга ЮОР (кучланишни юклама остида ростлаш) ва ҚҚУ (қўзғотишсиз қайта улловчи қурилмалари киради. ЮОР қурилмаси БПП трансформаторларда, ҚҚУ ТП



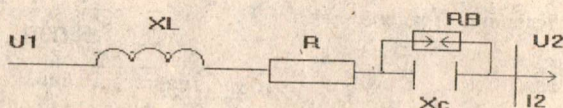
трансформаторларда ўриштилади. Улар ёрдамида трансформаторларнинг трансформация коэффициентлари ўзгартирилиб, кучланиш ростланади.

Кучланиш қўшувчи (вольтодобавочный) трансформаторлар асосий трансформаторга кетма-кет уланиб, маълум чегарада кучланишни ростлаш имконини беради. Булар, асосан, энергосистемада ишлатилади. Кучланишни 10 кВ га тенг бўлган ЛТМ туридаги чиқиқли регуляторлар ЭТС да ишлатилувчи кучланиш қўшувчи трансформатор принципида ишловчи қурилма бўлиб, 630 кВА 1600 кВА ва 2500 кВА қувватларга ишлаб чиқарилади. Реактив қувватни ўрнини қоплаш учун ўриштиладиган ва тармоққа параллел уланувчи конденсатор батареяси ҳамда ЮК СМ системага реактив қувват бериб, кучланишни ростлайди. Ҳозирги пайтда чиқарилаётган комплект конденсатор қурилмалари кучланишни поғонали ростлаш имконини беради. Бу поғоналар сони 4÷5 тага бўлади. Уларни ўчирини ва улаш учун контакторлар ёки ёели ўчиргичлар ишлатилади.

Катта қувватли синхрон компенсаторлар кучланишни узлуксиз ростлаш имконини беради. Уларда қўзғотиш токини ошириб, камайтирувчи автоматик қурилмалар ўриштилади.

Агар 1 та линиядан параллел ишловчи 2 та линияга ўтсак, унинг қаршилиги 2 баробар камайд. Натижада кучланиш йўқотиши ҳам камроқ бўлади.

Электр занжирига кетма-кет уланувчи конденсатор батареяси (7.1-расм) ёрдамида кучланишни ростлаш мумкин.



7.1 - расм. Конденсаторлар батареяси ёрдамида кучланишни ростлаш.

Бу ерда  $X_C$  - кетма-кет уланувчи конденсатор батареясининг қаршилиги бўлиб, қуйидагича аниқланади:

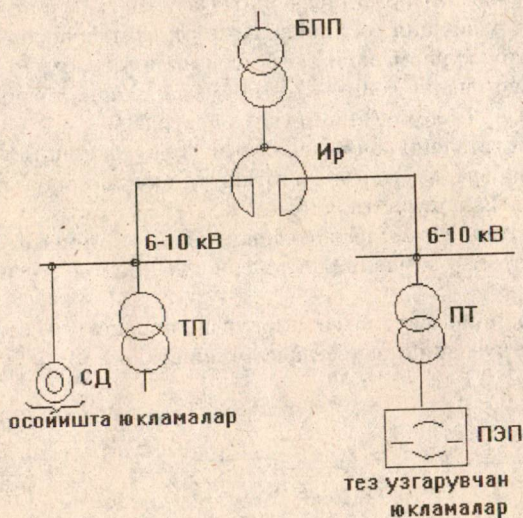
$$X_C = \frac{U_H \cdot (\Delta U \% - \Delta U_{\text{н.к}} \%)}{100 \cdot \sqrt{3} I_{\text{н}} \cdot \sin \varphi}$$

бу ерда  $\Delta U \%$  - линияда кучланиш оғиши;  $\Delta U_{\text{н.к}} \%$  - йўл қўйиладиган кучланиш оғиши:

Кетма-кет уланувчи конденсаторлар бўйлама компенсацияни амалга оширади. Уларнинг ростлаш эффекти юклама токига тўғри пропорционал бўлиб, тез ўзгарувчан юкломали ЭИ лар занжирида ўриштилади. Бу конденсаторлар улардаги кучланиш пасайиши  $I_2 \cdot X_C$  бўйича тапланади. Камчилиги қисқа туташув тоқлари ўтганда ўта кучланишлар рўй бериб,

конденсаторлар ишдан чиқиши мумкин.  $I_K \cdot X_C$  катта қийматга эга бўлади, чунки  $I_K \gg I_2$  ва  $I_K \cdot X_C \gg I_2 \cdot X_C$ . Ҳта кучланишлардан разрядник RB ёрдамида ҳимоя қилинади.

Икки тармоқли реактор (сдвоенный реактор) ёрдамида тез ўзгарувчан юкламали ЭИ лар борлигида кучланишни ростлаш мумкин. Бундай ЭИ лар реакторнинг биринчи тармоғига, оёйишта юкламали ЭИ лар иккинчи тармоғига уланади. Агар 1-тармоқда юклама токи ортса, иккинчи тармоқда кучланиши ортади. 2 тармоқли реактор қатнашган схема қуйидаги расмда келтирилган.



7.2 - расм. Электр ёйли печларнинг электр таъминоти икки тармоқли реакторли қўллаш схемаси.

Ир - икки тармоқли реактор; ПЭП - пўлат эритиш печи; ПТ - печь трансформатори.

### 7.2. Куч трансформаторларидаги кучланишни ростловчи қурилмалар

БПП трансформаторидаги кучланишни юклама остида узмасдан ростловчи ЮОР ва ТП трансформаторидаги юкламани узгандан сўнг ростловчи қўзғотишсиз қайта уловчи ҚҚУ қурилмасининг асосий кўрсаткичлари ростлаш поғоналарининг сони ва қиймати ҳисобланади. 110 кВ синфдаги трансформаторларнинг ЮОР қурилмаси 18 та поғонада кучланишни ростлаб, 1 та поғона 1.78% га кучланишни ўзгартиради ва умумий ҳолда  $\pm(9 \times 1,78\%)$  миқдорда қўшимча кучланиш ҳосил қилади.

35 кВ синфдаги трансформаторларда ЮОР қурилмаси  $\pm(6 \times 1,5\%)$

(қуввати 10 мВА гача бўлса) ва  $\pm(8 \times 1.5\%)$  (16 мВА ва ундан ортиқ) оралиқда кучланишни ростлайди:

ҚҚУ қурилмаси билан  $\pm(2 \times 2.5\%)$  оралиқда кучланиш ходимлар томонидан қўлда, юкламани ўчирган ҳолда ростланади.

ЮОР ва ҚҚУ қурилмаларининг ҳолатини аниқлашни кўриб чиқамиз. Бунишг учун максимал ва минимал юклама режимларида электроэнергия манбаси бўлган район подстанцияси шиналаридаги кучланиш режимларини билиш керак. ЭТС элементларидаги кучланиш йўқотишлари максимал ва минимал режим-лари учун ҳисоблаб чиқилади ва ростловчи қурилмалар бўлмагандаги кучланиш оғишлари  $\Delta U_{\text{макс}}$  ва  $\Delta U_{\text{мин}}$  топилади:

$$\Delta U_{\text{макс}} = \Delta U_{\text{с.макс}} - \Sigma \Delta U_{\text{макс}}$$

$$\Delta U_{\text{мин}} = \Delta U_{\text{с.мин}} - \Sigma \Delta U_{\text{мин}}$$

бу ерда  $\Delta U_{\text{с.макс}}$  ва  $U_{\text{с.мин}}$  - БПП нишг ЮК томонидаги (таъминловчи линия охиридаги) кучланиш оғиши;  $\Sigma \Delta U_{\text{макс}}$  ва  $\Sigma \Delta U_{\text{мин}}$  - максимал ва минимал режимларда ЭТС элементларидаги кучланиш йўқотишлари.

$\Delta U_{\text{макс}}$  ва  $\Delta U_{\text{мин}}$  қийматлари ЭИ лар учун йўл қўйиладиган кучланиш оғишлари билан солиштирилиб, ростловчи қурилмалар ҳосил қилувчи қўшимча кучланишларнинг керакли қиймати топилади: максимал режимда:

$$/\Delta U_{\text{макс}} \pm \Delta U_{\text{қўш}} / \leq / \Delta U_{\text{й.қ}} /$$

минимал режимда:

$$\Delta U_{\text{мин}} \pm \Delta U_{\text{қўш}} \leq \Delta U_{\text{й.қ}} \text{ бўлиши керак.}$$

бу ерда  $\Delta U_{\text{й.қ}}$  - ЭП лар учун йўл қўйиладиган кучланиш оғиши.

Қуйидаги мисолни кўриб чиқамиз.

Мисол: РПН ва ПБВ қурилмаларининг қўшимча кучланишлари қуйидаги ҳолда аниқлансин.

$\Sigma \Delta U_{\text{макс}} = -13,5\%$ ;  $\Sigma \Delta U_{\text{мин}} = -4,5\%$ ;  $U_{\text{й.қ}} = -2,5\%$  - максимал режим учун;  $U_{\text{й.қ}} = +5\%$  - минимал юклама режим учун; ҚҚУ трансформаторлари 110 кВ кучланишга эга (реактив қувват манбаларининг кучланиш сатҳига таъсири ҳисобга олинмасин).

Ечилиш: ТП даги ПБВ қурилмасини  $+5\%$  ли поғонасини таллаймиз. Унда кучланиш сатҳи

$$/U_{\text{макс}} + 5 / \leq / - 2.5 /$$

бўйича аниқланади:

$$/ - 13.5 + 5 / = / - 8.5 / > / - 2.5 / \text{ бўлгани учун ЮОР ёрдамида қарши рос-$$

тланишнинг керакли қиймати қуйидаги тенгсизликдан топилади:

$$/ - 8.5 + \Delta U_{\text{ЮОР}} / \leq / - 2.5 /$$

$$\Delta U_{\text{РПН}} \geq + 8.5 - 2.5 = + 6.5 \%$$

Керакли поғоналар сон:

$$n_{\text{кер}} = \frac{6,5}{1,78} = 3,65$$

пкер = 4 қабул қиламиз.  $\Delta U_{\text{ЮОР}} = +4 \times 1,78 = +7,12 \%$   
 максимал режимдаги қуцланиш сатҳи:  $\Delta U_{\text{МАКС}} = -13,5 + 5 + 7,12 = -1,38 \%$

Минимал режимда қуцланиш сатҳи:

$$\Sigma \Delta U_{\text{МИН}} = \Sigma \Delta U_{\text{МИН}} + \Delta U_{\text{ПБВ}} + \Delta U_{\text{РПН}} = -13,5 + 5 + 7,12 = +7,62 \%$$

$\Delta U_{\text{Й.В.}} \geq \Delta U_{\text{МИН}}$  шарт бажарилиши учун ЮОР қурилмасининг минимал режимдаги ҳолатини аниқлаймиз. Бунинг учун илгари киритилган поғоналардан негтасини чиқариш ( $\Delta U_{\text{РПН}}$ ) кераклигини тонамиз.

$$5\% \geq +7,62 - \Delta U_{\text{РПН}}$$

$$\Delta U_{\text{РПН}} \geq 7,62 - 5 = +2,62 \%$$

ҳар бир +2,78% ли 2 та поғонали минимал режим учун чиқарамиз.

Унда янги қуцланиш сатҳи:

$\Delta U_{\text{МИН}} = \Delta U_{\text{ПБВ}} + \Delta U_{\text{РПН}} + \Delta U_{\text{МИН}} = +5 + 2 \cdot 1,78 - 4,5 = +4,06 < +5\%$  талаб-та жавоб беради.

Натижа: Максимал режимда ЮОР + 4\*1.78% ҳолатида, минимал режимда +2\*1.78% ҳолатида бўлади. ҚҚУ қурилмаси иккила режимда ҳам +2\*2.5% ҳолатида бўлади.

## 8-БОБ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ИШОНЧЛИЛИГИ

### 8.1. Электр таъминоти ишончлилиги ҳақида асосий тушунчалар

Ишончлилик - ЭТС элементларининг ишдан чиқ-масдан ишлашига боғлиқ тушунча бўлиб, қуйидаги кўрсаткичлар билан характерланади :

1). Ишдан чиқишлар оқими параметри  $\lambda_i$  ; бир неча кетма - кет элементлардан иборат занжир учун :

$$\lambda_A = \Sigma \lambda_{A_i}$$

2). Ўртача тикланиш вақти ТТ; бир неча кетма - кет уланган элементлардан иборат занжир учун :

$$ТТ_{\Sigma} = \frac{\Sigma T_{T_i} \cdot \lambda_{\Sigma i}}{\lambda_{\Sigma}}$$

бу ерда ТТ<sub>i</sub> - ҳар бир элементларнинг тикланиш вақти

3). Авариядан тўхтаб туриш коэффициенти

$$K_A = \lambda_A \cdot T_T$$

4). Плаңли ўчириш коэффициенти

$$K_{\Pi} = 1,2 \cdot K_{\Pi, \text{МАКС}}$$

бу ерда  $K_{\Pi, \text{МАКС}}$  - электр занжири элементлари планли узилиш коэффициентлари ичида энг каттаси.

Авариялар натижасида ишдан чиқишлар оқими параметри  $\lambda$  ва

тикланиш вақти  $T_{в}$  орқали 1 йил ичидаги авария узилишлари вақти аниқланади. Авария узилишларидан ташқари таъмирлаш учун планли ўчириш ҳам бўлади. Планли ўчиришнинг муддати ва йиллик такрорланиши  $T_{п1}$  ва  $T_{п2}$  билан характерланади.

Қуйидаги жадвалда ЭТС нинг асосий элементлари учун ишонччиликнинг асосий кўрсаткичлари  $I_{ал}$  ва  $T_{в1}$  қийматлари келтирилган:

7.1 - жадвал. Ишонччиликнинг асосий кўрсаткичлари

Элемент	$\lambda_{ал}, 1/йил$	$T_{в1}, соат$	$T_{п1}, соат$	$\eta_i, марта / йил$
Тр-р 110/6 -10 кВ ли	0,03	100	6	2
110 кВли узгич (ҳаволи)	0,11	30	25	1
6-10 кВ узгич КРУ шкафи	0,005	10	8	2
реакторлар 6 - 10 кВ ли	0,03	48	1	1
110 кВ ли ажратгич	0,015	2	3	2
110 кВли қисқа туташтиргич	0,012	4	1	1
110 кВли узгич	0,009	2	2	1
6 - 10 кВли йиғма шиналар	0,03	4	3	1
6 - 10 кВли ток ўтказгич (1 км)	0,02	10	8	2
6 - 10 кВли цех трансформатори	-	10	1	1
6 - 10 кВ ли кабеллар, (100 км)				
а) траншеяда	8	7	0,9	
б) каналда	1	5	0,9	
в) туннелда	1	5	0,9	
г) блокда	1	5	0,9	

Планли узилишларнинг ўртача вақти  $T_{п.ў}$  планли таъмирлаш вақти энг катта бўлган элемент вақти билан аниқланади. Масалан : Қўчланиши 110 кВ гача бўлган занжирнинг  $T_{п.ў}$  вақти 110 кВ ли куч трансформатори билан аниқланади.

$$T_{п.с} = \eta_{тр} \cdot T_{н.тр} + (\eta_{л} - \eta_{тр}) \cdot T_{пл}$$

Агар ишонччилик камайиб, ЭТС да узилишлар содир бўлса, маҳсулот чиқариш камаяди, I-тоифали ЭИ ва II учун технологик жараён узоқ муддатга ишдан чиқиши мумкин, одамлар заҳарланади, порглашлар, ёнғин содир бўлади. Агар узилиш натижасида фақат моддий зарар кўриладиган бўлса,  $T_{в.с}$  ва  $T_{п.с}$  вақтлари аниқланиб, шу зарарнинг миқдори аниқланади.

## 8.2. Электр таъминотидаги узилишларнинг натижасидаги зарарларни ҳисоблаш

Электр таъминотидаги узилишлар натижасида кўриладиган зарарни аниқлаш анча қийин. ЭТ дагули планли ва авария натижасидаги узилишлардан кўриладиган зарарларни аниқлашнинг бир неча йўли бор. Амалий ҳисобларда узилишлар натижасида олинмаган электр энергия бўйича зарарларни ҳисоблаш усули ишлатилади. Буида кўриладиган зарар "У" қуйидагича топилади:

$$Y = Y' \cdot \Delta W_A + Y'' \cdot \Delta W_N$$

бу ерда  $\Delta W_A = P_{уз} \cdot T$  - авария узилиши натижасида олинмаган энергия миқдори, кВтс;  $\Delta W_N = P_{уз} \cdot T_N$  - планли узилиш натижасида олинмаган энергия, кВтс;  $P_{уз} = P_X$  - авария ва планли узилишларда тўхтаб қолган истеъмолчиларнинг ҳисобланган қуввати;  $Y'$  ва  $Y''$  - авария ва планли узилишларда олинмаган 1 кВтс/соат энергияга тўғри келувчи солиштирма зарарлар [сўм/(1кВтс)] бўлиб, уларнинг қийматлари қуйидаги 7.2 - жадвалда келтирилган:

7.2 - жадвал. Саноат тармоқлари учун солиштирма зарарлар қийматлари.

Саноат тармоғининг номи	У'	У''
	сўм/кВт·с	сўм/кВт·с
Нефть қазиш	2,55	0,3
Нефтни қайта ишлаш	8,7	
Тоғ руда саноат.	0,55	0,22
Машинасозлик ва метални қайта ишлаш	0,9	0,5
Умумий машинасозлик	0,85	0,2
Станоксозлик	0,18	0,46
Шарикоподшипник ишлаб чиқариш	1,13	0,45
Оғир машинасозлик	6,1	1
Йирик машинасозлик	3,37	0,81
Ўрта машинасозлик ва эл. аппаратларни ишлаб чиқариш	1,93	0,63
Автозавод	1,07	0,42
Инструментал заводи	0,47	0,01
Металл констр. заводи	0,41	0,27

## 7.2 - жадвалнинг давоми

Ёғочсозлик саноати, кимё	3,2	0,3
Азот заводи	1,73	0,5
Электр кимё комбинати	0,48	0,07
Суперфосфат заводи	0,34	0,03
Сунғий тола заводи	6,51	1,23
Пластмасса ва смола	6,34	0,63
Лак буёқ заводи	4,17	0,12
Сода заводи	21,6	1,83
Карбид заводи	0,12	0,02
Фармацевтика заводи	58,7	0,06
Цемент саноати	0,84	0,28
ЖБИ (ТББ)	0,66	0,34
Йигирув-тўқув пехи	1,8	1,41
Бўяш, пардозлаш бўлими	7,56	1,53
Тўқимачилик комбинати	2,52	1,54
Шойи комбинати	4,0	1,54
Енгил саноат:		
Пойафзал фабрикаси	3,73	2,5
Тикув фабрикаси	0,27	0,21
Тери қайта ишлаш	0,92	0,65

ЭТС нинг асосий элементи бўлган подстанциялар учун олинмаган энергия миқдорларини ҳисоблашни кўриб чиқамиз. Агар иккита трансформаторли подстанциянинг юклаш коэффициенти авариядан кейинги режимда  $K_{юА} > 1,4$  бўлса,  $\Delta W_A$  қуйидагича топилади:

$$\Delta W_A = (K_{юА} - 1,4) \cdot P_X \cdot T_A;$$

Битта трансформаторли ТП даги авария натижасида узилганда олинмаган энергия миқдори:

$$\Delta W_A = P_X \cdot T_A;$$

2 та трансформаторли ТП учун мисол кўриб чиқамиз:

Мисол: II - категорияга кирувчи истеъмолчи учун авариядан кейинги зарар миқдори қуйидаги берилган-лар асосида топилиши:  $S_{ХЦ} = 1650$  кВА;  $\cos\varphi = 0,9$ ;  $S_{ТП} = 2 \times 1000$  кВА;  $T_A = 16$  соат.

Ечилиш: ТПнинг авариядан кейинги юкланиш коэффициенти:  $K_{юА} =$  олинмаган энергия миқдори:  $\Delta W_A = (K_{юА} - 1,4) \cdot S_X \cdot \cos\varphi \cdot T_A = (1,65 - 1,4) \cdot 1650 \cdot 0,9 \cdot 16 = 6084$  кВт·с.

Ишонччиликнинг керакли даражасини таъмин-лашнинг техникавий ечимларини кўриб чиқамиз.

Талаб қилинаётган ишонччилик даражасини таъминлаш учун қўшимча резерв линиялар ва уларни ишга тушириш воситалари кўзда тутилади. Ишонччиликни ошириш учун замонавий механик жиҳозларини

қўллаш яхши натижа беради. Масалан, тез ишлайдиган автоматика воситаларини қўллаш ишончлиликни оширади. I-тоифага кирувчи истеъмолчиларни таъминлаш учун мустақил манбаларга уланган камида иккита линия бўлиши керак. Баъзан авариясиз тўхташ учун чеклаган қувватли 3- манба ҳам кўзда тутилади. Агар узилдишлар натижасида ёнғин, портлаш келиб чиқса, одамлар шикастланса ёки заҳарланса, 3 -мустақил манбани кўзда тутиш керак. КСО камерасини КРУ га ҳам алмаштириш ишончлиликни оширади. Секциялараро узгичларни улайдиган АВР қурилмаси, линияни қайта улайдиган АПВ қурилмаси I-тоифага кирувчи истеъмолчилар учун керакли ишончлиликни таъминлайди.

## **9 - БОБ. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИДА НЕЙТРАЛ РЕЖИМИНИ ТАНЛАШ. ЕРГА УЛАШ ВА ЭЛЕКТР КОРРОЗИЯСИ**

### **9.1. Электр қурилмаларининг нейтрал режимлари**

Сигим тоқларини компенсация қилиш қўидаги ҳолларда ишлатилади:

1) 35 кВ ли тармоқларда, агар сигим токи (ерга уланиш токи) 10 А ортиқ бўлса;

2) 10 кВ ли тармоқларда, агар ерга уланиш токи 20 А дан ортиқ бўлса;

3) 6 кВ ли тармоқларда, агар ерга уланиш токи 30 А дан ортиқ бўлса.

Электр тармоқларида қўидаги нейтрал режимлар қабул қилинган :

6-10, 20 ва 35 кВ ли тармоқларда изоляция қилинган нейтрал режими ишлатилади. Бу тармоқларнинг узунлиги анча катта бўлгани учун бир фазали ерга уланишлар эҳтимоли катта.

110 кВ ва ундан ортиқ бўлган тармоқларда ерга тўғридан-тўғри уланган нейтрал режими ишлатилади.

Кучланиши 1000 В гача бўлган электр тармоқлари нейтрал режими танлаш, иқтисодий, ишончлилик ва хавфсизликни таъминлаш кўрсаткичлари бўйича амалда оширилади. Бу тармоқлар ерга уланган нейтралли ёки ердан изоляция қилинган бўлиши мумкин. Юқоридаги 3 та факторни ҳисобга олган ҳолда кучланиши 1000 В гача бўлган электр қурилмаларда асосан ерга тўғридан уланган нейтралли режим ишлатилади. Бу режимда ишловчи электр тармоқларининг техник иқтисодий кўрсаткичлари юқорироқ бўлади, ишончлилик даражаси етарли бўлиб, электр хавфсизлиги яхши таъминланади. Фақат ер ости шахталари ҳамда рудникларда ва торф конларида изоляция қилинган нейтралли электр тармоқлари ишлатилади.

### **9.2. Ерга улаш қурилмалари**

Ерга улаш қурилмаси ва ерга улаш турлари тўғрисида умумий маълумотларни кўриб чиқамиз.

Ҳимоя ерга улаш - бу электр қурилмасининг бирор қисмини хавфсизликни таъминлаш учун ерга улашдир.

Ишчи ерга улаши деб, ток ўтказувчи қисмларнинг бирор нуқтасини ерга улашга айғилади.



Нуллаш (зануление) деб, кучланиши бир киловольтгача бўлган электр қурилмаларида нормал режимда кучланиш остида бўлмаган қисмларини трансформаторнинг ёки генераторнинг тўғридан-тўғри ерга уланган нейтралга улашга айтилади.

Ерга улашиб қолиш - электр қурилмасининг кучланиш остидаги қисмларини ердан изоляция қилинмаган қисмлар билан ёки ер билан тасодифан улашиб қолишидир.

Ерга уловчи ва ерга улаш симларидан иборат бўлган қурилма ерга улаш қурилмаси дейилади. Ерга улаш қурилманинг элементлари ва параметрлари билан танишиб чиқамиз.

1. Ерга уловчи (заземлитель) - ер билан бевосита алоқада бўлган ва ўзаро металл боғланишли ўтказгичлар (электродлар) йиғиндисига айтилади. Улар сунъий ва табиий ерга уловчиларга бўлинади. Сунъий ерга уловчи-ерга улаш учун махсус бажарилади. Табиий ерга уловчи деб коммуникациялар, бинолар ва иншоотларнинг ер остида жойлашган, ер билан бевосита контактда бўлган ва ерга улаш мақсадида ишлатилувчи металл қисмларига айтилади.

2. Ерга уловчи сим деб, ерга уланиши лозим бўлган қисмларни ерга улаш қурилмасига улайдиган симга айтилади.

3. Ҳимоя нул сими деб кучланиши 1 кВ гача бўлган электр қурилмаларида нулланувчи қисмларни трансформатор нейтралга уловчи симга айтилади.

4. Ишчи нул сими - электр ишлатувчиларни ерга уланган нейтрал билан ишчи мақсадларда уловчи симга айтилади.

Кучланиши 1 кВ гача бўлган ерга тўғридан-тўғри уланган нейтралли тармоқларда ишчи ноль сими ҳимоя ноль сими функциясини бажариши ҳам мумкин.

5. Ерга улаш қурилмасидаги кучланиш  $U$  деб ток ерга улаш қурилмадан ерга оққанда ҳосил бўлган, токни ерга улаш қурилмасига кириш нуқтаси ва нул потенциалли нуқта орасидаги кучланишга айтилади. Ерга уланиш токи деб ерга уланиш нуқтаси орқали ерга ўтадиган  $I$  токка айтилади. Ерга улаш қурилмасининг қаршилиги ерга улаш қурилмасидаги кучланиш  $U$  нинг ерга ўтиш токи  $I$  га нисбатига айтилади.

6. Ҳимоя учун узиш (защитное отключение) деб, 1 кВ гача бўлган ЭИ ларда 3 фазали электр тармоғининг шикастланган қисмини автоматик ўчиришга айтилади.

7. Иккиланган изоляция - ишчи ва қўшимча изоляциядан иборат бўлиб, агар улардан бири шикастланса, иккинчиси ҳимоя қилади.

8. Ажратувчи трансформатор (разделительный трансформатор) корхона электр тармоқларини ерга улаш қурилмасидан ва нуллаш тармоғидан ажратиш учун керак.

Одамларни изоляция шикастланганда электр токидан ҳимоя қилиш учун қўйидаги ҳимоя тадбирларидан ҳеч бўлмаса биттаси керак: ерга

улаш, нуллаш, ҳимоя узиш, ажратувчи трансформатор, кичик кучланиш (36 В), иккиланган изоляция ва потенциалларни тенглаштириш.

Ерга улаш ва нуллаш қуйидаги ҳолларда ишлатилади:

1. Ўзгарувчан токнинг кучланиши 380 В ва ундан юқори бўлса, ўзгармас токнинг кучланиши 440 В ва ундан юқори бўлса;

2. Агар хоналарда ток уриш хавфи юқори бўлса, ҳамда барча ташқи қурилмаларда 42+380 В ва 42+440 В кучланишлар бўлса.

Турли мақсадда ишлатиладиган, ҳар хил кучланишга эга бўлган ва бир-бирига яқин жойлашган электр қурилмалари учун битта умумий ерга улаш қурилмаси ишлатилади.

Тўрт симли 3 фазали тармоқларда ва уч симли ўзгармас ток тармоқларида нейтрални ёки ўрта нуқтани нога улаш мажбурий ҳисобланади. Шу тармоқлар учун нуллаш ҳам мажбурий. Ҳимоя учун узиш қўллаш кўчма электр асбоблари учун, ер билан алоқали металл конструкциялар кўп бўлган турар жой ва жамоат биноларида ишлатилади. Ерга уланиши зарур бўлган қисмларга қуйидагилар киради:

1. Электр машиналарининг, трансформатор-ларининг, электр аппаратларининг ва ёриткичлар корпуслари;

2. Электр аппаратларининг юритмалари;

3. Ўлчаш трансформаторларининг иккиламчи чўлғамлари;

4. Кучланиши 42 В дан юқори бўлган электр қурилмалари ўрнатилган шитлар, шкафларнинг каркаслари ва корпуслари;

5. Тарқатин қурилмаларининг металл конструкциялари, металлконструкциялари, металл кабель муфталари, куч ва назорат кабелларининг металдан қилинган қобиқлари ва зирҳлари, электр симлари ўтказилган металл қувурлар, шинали ўтказгичларнинг қошламалари (кожух) ва металл конструкциялари, кабель ва симлар ўтказилган лотоклар, короблар, пўлат симлар ва жиҳозлар ўрнатилган бошқа металл конструкциялар;

6. Кўчиб юрувчи ЭИ ларнинг металл корпуслари, ерга улаш ва нуллаш ишлатилган хоналарда ва ташқи қурилмаларда жойлашган қурилиш ва ишлаб чиқариш конструкциялари, барча қувурлар, техник қурилмалар корпуслари, рельсларни ерга улаш ёки нуллаш тармоғига улаш лозим.

Ерга улаш қурилмаларининг қаршиликларини кўриб чиқамиз. Ерга тўғридан-тўғри уланган нейтралли, кучланиши 1 кВ дан юқори бўлган электр қурилмалари учун қаршилик 0.5 Ом дан ошмаслиги керак.

Агар ерга улаш қурилмаси бир вақтда кучланиши 1 кВ гача бўлган электр қурилмалари учун ҳам ишлатилса, изоляция қилинган нейтралли, кучланиши 1 кВ дан юқори электр қурилмалар учун ерга улаш қурилмаси қаршилиги қуйидагича топилади:

Агар ерга улаш қурилмаси фақат 1 кВ дан юқори электр қурилмалари учун ишлатилса,  $R_E = U_E / I_E$  га тенг, аммо 10 Ом дан ортиқ бўлмаслиги керак; ерга тўғридан-тўғри уланган нейтралли кучланиши 1 кВ гача бўлган тармоқларда ерга улаш қурилманинг қаршилиги 660, 380 ва 220

В кучланишларда тегишли равишда 2, 4, 8 Ом бўлиши керак. Бу қаршиликлар Re билан солиштирилиб, кичикроғи умумий ёрга улаш қурилмаси учун танланади. Мустақил равишда 110 кВ ли БПП ва 6-10 кВ ТП ерга улаш қурилмалари ҳисобини [А-1] дан ўрганиш керак.

### 9.3. Электр коррозияси

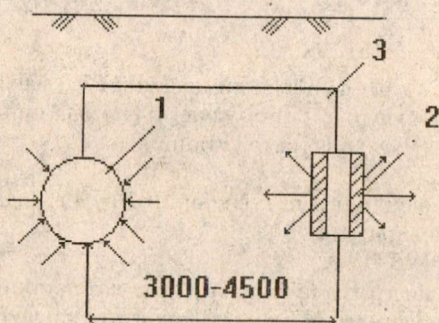
Электр коррозияси натижасида турли иншоотларнинг очиқ металл қисмлари емирилади. Ифлос ва нам муҳитда металл юзасида қўндан - қўйи гальваник жуфтликлар ҳосил бўлиб, электролиз жараёни кечади. Коррозиядан икки хил ҳимоя усули бор:

1. Металл қисмларни ерга қўшимдан олдин битум билан қоплаш ёки пластмасса ленталари билан ўраш. Бу поливинилхлорид ёки полиэтилен ленталари бўлиб, улар бир қатламли (0,35 мм) ва 2 икки қопламли (0,7 мм) бўлади. Битум қоплами 2,5мм÷8 мм қалъиликда бўлиши мумкин.

Ер ости металл қисмларини коррозиядан ҳимоясини кучайтириш учун қўшимча равишда электр ҳимояси ишлатилади.

Электр ҳимояси 2 хил бўлади:

1. Протектор ҳимояси (9.1-расм).
2. Катод ҳимояси (9.2-расм).

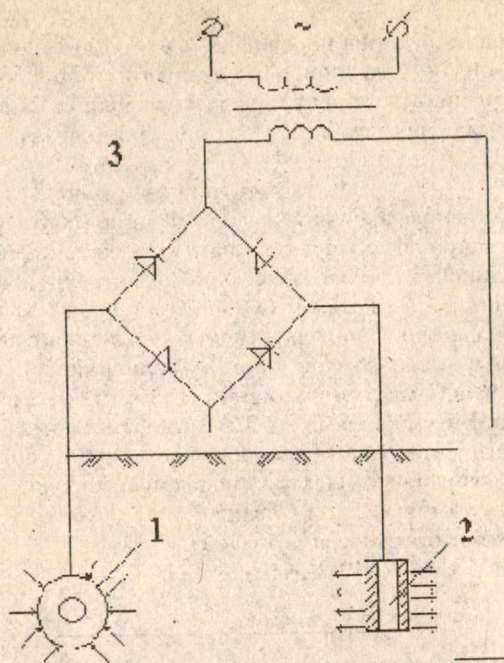


9.1 - расм. Протектор ҳимоясининг схемаси.

1- пўлат қувур; 2- магнит қотишмалли протектор; 3- ВРГ маркали 2,5 - 4 мм<sup>2</sup> кесимли сым.

8 хил турдаги протекторлар (МГА-1÷МГА-8) ишлатилади. МГА-1 протекторининг кўрсаткичлари: диаметри  $d=110$  мм, узунлиги  $h=600$  мм, оғирлиги  $m=10.4$  кг.

Коррозиядан эффектив ҳимоя қилувчи электр ҳимоясининг 2-тури катод ҳимоясидир.



9.2 - расм. Катод ҳимоясининг схемаси.  
 1 - пўлат қувур; 2 - ерга улаш қурилмасининг аноди;  
 3 - катод станцияси.

Катод станциясининг 9 та тури бор. КСС-75 туридаги катод станциясининг кўрсаткичлари:

$$U=6\div 24 \text{ В}, I=3\div 12 \text{ А.}$$

Пўлат қувурли трасса бўйича бир неча катод станциялари ишлатилади. Улар орасидаги масофа тупроқ шароитига қараб белгиланади.

## 10-БОБ. ЭЛЕКТР БАЛАНСИ ВА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ЙЎҚОТИШЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Электр баланслари 2 турли бўлади:

- 1). Қувват баланслари
- 2). Электрэнергия баланслари

### 10.1. Қувват баланслари

Қувват баланслари актив ва реактив қувватлар учун тузилиб, асосан, энергосистема тармоқларида ишлатилади. Актив қувват учун қуйидагича ёзиш мумкин:



йўли асосан, катта қувватли агрегатлар учун ишлатилади. Бунда агрегатнинг юклаш коэффициенти, қуввати ва ишлаш соатлар сони зарур бўлади.

### 10.3. Электрэнергия йўқотишларини аниқлаш

ЭТС элементларида актив ва реактив қувватлар ва энергиялар йўқотишларини аниқлашни кўриб чиқамиз.

1. Электр узатиш линияларидаги йўқотишлар.

Электр линияларидаги қувват йўқотишлари ўзгарув-чандир ва 2 хил йўл билан топилади.

$$a. \Delta P_{\text{л}} = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot 10^{-3}; \Delta Q_{\text{л}} = 3 \cdot I^2 \cdot X \cdot 10^{-3};$$

$$b. \Delta P_{\text{л}} = \Delta P_{\text{км}} \cdot L = \Delta P_{\text{км}}$$

$$\text{Энергия йўқотишлари: } \Delta W_{\text{л}} = \Delta P_{\text{л}} \cdot \tau; \Delta V_{\text{л}} = \Delta Q_{\text{л}} \cdot T_{\text{йил}}$$

2. Куч трансформаторларидаги қувват ва энергия йўқотишларини ҳисоблаш.

Трансформаторларда ўзгарувчан ва ўзгармас қувват йўқотишлари мавжуд бўлиб, улар қисқа туташув ва салт юриш йўқотишлар орқали ҳамда  $U_{\text{к}}$  ва  $I_{\text{с.ю}}$  қийматлари орқали топилади. Бу кўрсаткичлар маълумотномада берилади. Трансформатордаги актив қувват йўқотишлари  $\Delta P_{\text{т}}$  ва реактив қувват йўқотишлари  $\Delta Q_{\text{т}}$  қуйидагича топилади:

$$\Delta P_{\text{т}} = \Delta P_{\text{с.ю}} + \Delta P_{\text{к.т}};$$

$$\Delta Q_{\text{т}} = (10 + \dots) \cdot U_{\text{к}}$$

Энергия йўқотишлари:

$$\Delta W_{\text{т}} = \Delta P_{\text{с.ю}} \cdot T_{\text{йил}} + \Delta P_{\text{к.т}} \cdot t;$$

$$\Delta V_{\text{т}} = (I_{\text{с.ю}} \cdot T_{\text{йил}} + U_{\text{к}} \cdot T) \cdot \sum_{\text{т.н}} / 100$$

бу ерда  $T_{\text{йил}}$  - трансформаторларнинг бир йилдаги ишлаш соатлари сони.

3. Реактордаги қувват ва энергия йўқотишлари линиялар учун ёзилган қаршиликлар формулаларини ишлатиш орқали топилади.

4. Конденсатор батареяларидаги актив қувват ва энергия йўқотишлари қуйидагича топилади:

$$\Delta P_{\text{к}} = \Delta P_{\text{сол}} \cdot Q_{\text{к}} \cdot 10^{-3}; \Delta W_{\text{к}} = \Delta P_{\text{к}} \cdot T_{\text{йил}}$$

бу ерда  $\Delta P_{\text{сол}}$  - конденсатордаги солиштирма қувват йўқотишлари, Вт/1кВАР;  $T_{\text{йил}}$  - конденсаторларнинг йиллик ишлаш соатлари сони;

5. Синхрон моторлардаги реактив қувват ишлаб чиқариш учун актив қувват ва энергия йўқотишлари:

$$\Delta P_{\text{сд}} =; \Delta W_{\text{сд}} = \Delta P_{\text{сд}} \cdot T_{\text{йил}}$$

Бу ерда:  $\Delta 1$  ва  $\Delta 2$  - коэффициентлар маълумотномаларда берилди.  $Q_{\text{н}}$  - СД нинг номинал қуввати;  $Q$  - реактив юкламалар;  $T_{\text{йил}}$  - СД нинг йиллик ишлаш соатлари сони.

6. Электр моторлардаги қувват ва энергия йўқотишлари уларнинг фойдали иш коэффициентлари  $h$  ва номинал қувватлари  $P_{\text{н}}$  орқали топилади:

$$\Delta P_{\text{д}} = P_{\text{н}} (1 - h_{\text{н}}); \Delta W_{\text{д}} = \Delta P_{\text{д}} \cdot T_{\text{йил}}$$

## II-БОБ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ СИСТЕМАСИДАГИ ЎЛЧАШЛАР, АВТОМАТИКА ВА БОШҚАРИШ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ СИСТЕМАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ЎТА ЮКЛАНИШЛАРИ

### II.1. ЭТС даги электр ўлчашлари

ЭТС да қуйидаги электр параметрлари ўлчанади: электр энергия сарфи, кучланиш ва токнинг қийматлари. ЭЭ сарфини ўлчашнинг 2 хил усули бор. 1.Тўлов учун (коммерческый); 2.Техник ёки назорат ўлчови. Тўловлар учун ўлчаш электр энергияси учун ҳақ тўлашга ишлатилади. Техник ўлчаш натижалари корхонанинг ички ахтиёжлари учун ишлатилади. Энергия ўлчашлари актив ва реактив энергия сўтчиклари ёрдамида амалга оширилади.

#### 1.Тўлов учун ҳисоблар.

Тўлов учун ҳисобларда ишлатилувчи актив энергия сўтчикларининг аниқлик синфи қуйидагича: 220-330 кВ ли тармоқларда ва трансформаторнинг қуввати 63 МВА ва ундан ортиқ бўлса-0,5; агар трансформатор қуввати 4-40 мВА бўлса-1,0; қолган ҳолларда-2,0. Ток трансформаторларининг аниқлик синфи қуйидагича: энергосистема тармоқларида кучланиш 35 кВ ва ундан ортиқ бўлса - 0,5; агар тўлов сўтчиклари БПП нинг 6÷10 кВ ли томонида бўлса-1,0.

Тўлов сўтчиклари, агар корхона радиал линиядан таъминланса, район подстанциясида корхонага кетувчи линиянинг бошига қўйилади. Агар корхона ўтиб кетувчи (транзит) линиядан энергия олса, тўлов сўтчиклари корхонага кириш жойига ўрнатилган ТТ га уланади. Агар ЮК томонида 0,5 синфли ТТ бўлмаса, тўлов сўтчиклари ПК томонидаги 0,5 синфли ТТ га уланади. Бу ҳолда БПП трансформаторлардаги энергия йўқотишлари ҳисоблаш йўли билан топилиб, сўтчик кўрсаткичларга қўйилади.

Назорат сўтчиклари ва улар учун ишлатиладиган ток трансформаторининг синфлари тўлов ўлчашлари учун ишлатиладиган сўтчиклар ва ток трансформаторлари синфларидан бир поғона паст бўлиши мумкин.

Назорат сўтчиклари БПП нинг 6÷10 кВ ли тарқатиш қурилмасида, БПП дан ва оралиқ РПдан кетувчи линиялар бошига қўйилади. Агар кучланиши 1000 В гача бўлган цех электр тармоқларида маҳсулот таннархини аниқлаш учун техник-иқтисодий ҳисоблар ўтказиш зарурияти бўлса, шу истеъмолчиларга кетувчи линияларида ҳам актив сўтчиклар ўрнатилади. Реактив энергия сўтчиклари тўловлар ва назорат учун ишлатилади. Уларнинг кўрсаткичлари актив сўтчикларга мос келади. Реактив сўтчикларнинг ўрнатиш жойлари актив сўтчиклар билан бир хил бўлиб, қўшимча равишда конденсатор батареялари ҳам шундай сўтчиклар билан таъминланади.

Ток қийматини ўлчаш. Ток қиймати кўпинча I та фазага ўрнатиладиган амперметр (А) ёрдамида ўлчанади. Агар корхонада катта қувватли бир фазада ЭИ лар борлиги учун юкламалар носимметрияси мавжуд бўлса,

учала фазага ҳам амперметр қўйилади. Подстанциядан кетувчи барча линияларда амперметрлар қўйилади.

Кучланишни ўлчаш. Кучланишни ўлчаш вольтметрлар (V) ёрдамида йиғма шиналарда амалга оширилади. Вольтметр билан фазалараро кучланишлар ўлчанади.

Амперметр ва вольтметрлар синфлари 3÷5 гача бўлади. Агар подстанция хизмат қилувчи ходимларсиз бўлса, кўчма вольтметрдан фойдаланиш мумкин. 6÷35 кВ ли электр тармоқларда НТМ туридаги кучланиш трансформаторларига изоляцияни назорат қилувчи вольтметрлар уланади.

## 11.2. ЭТС элементлари учун йўл қўйиладиган ўта юкланишлар

Электр таъминоти ишончлилигини таъминлаш учун ЭТС элементларини маълум муддатга ўта юклаш мумкин. Бу ҳол авариядан кейинги режимларда содир бўлади. Ўта юкланишлар лойиҳалаш даврида кўзда тутилган керак. Ўта юкланишларнинг шккита кўрсаткичи бор:

- 1.Фоизлардаги миқдори;
- 2.Муддати (дақиқа, соат, сутка);

Ассий элементларнинг ўта юкланишларини кўриб чиқамиз.

1.Синхрон генераторлар қуввати 120 МВт гача бўлса, 20 фоизгача, 120 МВт дан катта бўлса 10 фоиз гача ўта юклаш мумкин. Унинг муддати совутиш турига боғлиқ бўлиб, 60 дақиқагача бўлади. Маълумот номада статор ва ротор токи бўйича йўл қўйиладиган ўта юкланишлар ҳам берилади.

2.Ёғли ўчиргичлар учун текширишлар натижасида қуйидаги 10.1-жадвалда келтирилган ўта юкланишлар қабул қилинган:

10.1-жадвал. Ёғли узгичлар учун йўл қўйиладиган ўта юкланишлар

Ўта юкланишлар [картали]	1.3	1.4	1.5	1.6	1.75	2	3
Муддати [дақиқа]	120	90	70	45	20	10	1.5

Йўл қўйиладиган ўта юкланиш муҳит ҳароратига ҳам боғлиқ. Ҳарорат +35 градусдан ÷ -20 градусгача ўзгарганда номинал токни 40÷50 % гача ошириш мумкин.

3.КРУ шкафларини 120 фоизгача ўта юклаш мумкин.

4.Реакторларни ток бўйича 20 фоизгача ўта юкланишга йўл қўйилади.

5.Ток трансформаторлари (ТФНД туридаги ТТ) учун 25÷30 дақиқа давомида 2,5 марта ўта юкланишга йўл қўйилади.

6.ХЛ лари: ўта юкланишлар натижасида ХЛ нинг ергача бўлган габарити ҳамда симларнинг қаршилиги ошади.

7.Кабеллар учун йўл қўйиладиган ўта юкланишлар уларни норма.



режимдаги юкланиш коэффициентига, ётқизиш усулига ва кучланишига боғлиқ ҳолда 5 фоиздан 50 фоизгача 5 сутка давомида йўл қўйилади.

8. Куч трансформаторларининг ўта юкланишлари:

а. Нормал иш режимида систематик ўта юкланиш суткали графикнинг тўлдириш коэффициентига ва мавсумий кам юкланиш ҳисобига 30 фоизгача йўл қўйилади. б. Авариядан кейин 40 фоизгача ўта юкланиш 5 сутка давомида 6 соатдан йўл қўйилади.

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Федоров А.А., Каменова В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М., Энергоатомиздат, 1984.
2. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий. М., Энергия, 1973.
3. Крупович В.И. и другие. Проектирование промышленных электрических сетей. М. Энергия, 1979.
4. Князевский Б.А., Линкин Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий М.: Энергия, 1986.
5. Правила Устройств Электротехнических установок (ПУЭ). М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети / Под ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского, М., Энергия, 1980.
7. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Электрооборудование и автоматизация/ Под ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского М. Энергоиздат, 1981.
8. Электротехнический справочник: 2-том. Под общей ред. проф. МЭИ. М. Энергоатомиздат, 1980.
9. Электротехнический справочник: 3 том. Под общей ред. проф. МЭИ. М. Энергоатомиздат, 1981.

## МУНДАРИЖА

СЎЗ БОШИ.....	5
КИРИШ.....	6
1 - БОБ. САНОАТДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИ ИШЛАТУВЧИЛАРИ ВА ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИ.....	10
1.1. Саноатдаги электр энергияси ишлатувчилари ва истеъмолчилари ҳамда уларнинг табақаланишлари.....	10
1.2. Саноатнинг турли тармоқларидаги электр моторлари бўлган электр ишлатувчилар ва истеъмолчилар.....	14
1.2.1. Кўмир шахталари ва рудниклар.....	14
1.2.2. Нефть конлари.....	15
1.2.3. Қора металлургия корхоналари.....	16
1.2.4. Кимё корхоналари.....	17
1.2.5. Нефтни қайта ишлаш корхоналари.....	18
1.2.6. Тўқимачилик корхоналари.....	18
1.2.7. Машинасозлик корхоналари.....	19
1.3. Электротехнологик қурилмалар.....	20
1.3.1. Қаришлик печлари.....	20
1.3.2. Электр ёй печлар (ЭЁП).....	20
1.3.3. Руднотермик печлар (РТП).....	21
1.3.4. Индукцион металл эритиш печлари.....	22
1.3.5. Электррозлив қурилмалари.....	22
1.3.6. Электр пайвандлаш (ЭП) машиналари ва қурилмалари.....	23
1.4. Электр эритиш системаси.....	23
2 - БОБ. ЭЛЕКТР ЮКЛАМАЛАРИ.....	25
2.1. Электр юкламаларининг турлари ва улар ҳақида асосий тушунчалар.....	25
2.3. Ҳисобий юкламаларни аниқлашнинг асосий услуби (Тартибга солинган диаграммалар услуби).....	27
2.4. Талаб коэффициенти (Кт) бўйича юкламалар ҳисоби.....	31
2.5. Бир фазали ЭИ ва И нинг юкламаларини ҳисоби.....	32
2.6. Юкламалар ҳисоблашнинг ёрдамчи услублари.....	35
2.6.1. Маҳсулот бирлигини ишлаб чиқариш учун сарфланган электр энергияси бўйича юклама ҳисоблаш.....	35
2. Қувват зичлиги бўйича юкламаларни ҳисоблаш.....	35
3. Юклама графикларидан фойдаланиб ҳисоблаш.....	35
2.7. Энг катта иш юкламаларни топиш.....	35

2.8. Электр таъминоти системасининг турли погоналаридаги электр юкламаларни топиш.....	36
---	----

3 - БОБ. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ 1000 В ГАЧА КУЧЛАНИШ ОСТИДА ТАРҚАТИШ.....	41
3.1. Цех электр тармоқларида қўйиладиган талаблар.....	41
3.2. Куч ва ёритиш электр ишлатувчиларини.....	42
таъминлаш схемалари.....	42
3.3. Хоналар ва ташқи қурилмаларнинг муҳит шароити бўйича табақа- ланиши.....	44
3.4. Цех ичида электр энергиясини тарқатиш ва узатиш схемалари.....	46
3.5. Кучланиши 1000 В гача бўлган кабель ва симларнинг маркалари.....	49
3.6. Тарқатиш пунктлари.....	51
3.7. Комплект шинали ўтказгичлар.....	51
3.8. Кучланиши 1000 Вольтгача бўлган коммутация ва ҳимоя аппаратла- ри.....	53
3.8.1. Электр тармоқлари ва қурилмаларини ҳимоя қилиш.....	53
3.8.2. Сақлагичлар билан ҳимоя қилиш.....	54
3.8.3. Автоматик узгичлар (автоматлар).....	56
3.8.4. Автоматларни танлаш.....	59
3.9. Қисқа туташув тоқлари "Фаза-нул" ҳалқасидаги бир фазали қисқа туташув тоқлари.....	60
3.9.1. Кучланиши 1000 в гача бўлган ўзгарувчан ток тармоқларида қисқа туташув тоқларини ҳисоблашнинг алоҳида томонлари.....	60
3.9.2. Цех электр тармоқларида 1 фазали қисқа туташув тоқларини ҳисоб- лаш.....	61
3.9.3. Электр аппаратларини 3 фазали ва 1 фазали қисқа туташув тоқла- ри бўйича текшириш.....	62
3.10. Симлар, кабеллар ва шинали ўтказгичларнинг кесим юзларини тан- лаш.....	63
3.10.1. Ўтказгичларнинг кесим юзларини қизиш бўйича ва ҳимоя ашпа- ратини токи бўйича танлаш.....	63
3.10.2. Токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш.....	64
3.11. Ўзгарувчан ва ўзгармас токли кўп амперли қурилмалар учун электр тармоқлари.....	65
3.11.1. Ўзгарувчан токли кўп амперли қурилмалар учун тармоқлар.....	65
3.11.2. Кўп амперли ўзгармас ток қурилмалари учун тармоқлар.....	69
3.12. Турли муҳит шароити мавжуд бўлган хоналардаги электр қурилма- лари.....	70
3.12.1. Нормал шароитли хоналарда электр қурилмалари.....	70
3.12.2. Ёнги хавфи бор хоналардаги электр қурилмалари.....	70
3.12.3. Портлаш хавфи бор хоналардаги электр қурилмалари ва тармоқ- лари.....	71

3.13. Цех трансформатор подстанциялари.....	73
3.13.1. Цех подстанцияси трансформаторлари ва чўлғамларининг улашиш схемалари.....	73
3.13.2. Цех трансформаторларининг қуввати, сони ва ўрнатиш жойини танлаш.....	74
3.13.3. Цех подстанциялари компоновкаси ва конструкцияси. Комплект трансформатор подстанциялари.....	76
4-БОБ . ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ 1000 В ДАН ЮҚОРИ КУЧЛАНИШДА ТАҚСИМЛАШ.....	78
4.1. Электр таъминоти схемаларини танлашда умумий принциплар.....	78
4.2. Корхона энергосистемадан ва исепқлик электр маркази бўлгандаги таъминлаш схемаси.....	78
4.3. Корхона бош режасида юкламалар картограммасини қуриш.....	81
4.4. Корхона ҳудудида электр энергиясини тарқатиш схемалари.....	83
4.5. Кабелларни ўтказиш тизимлари.....	88
а). Кучланиши 6-110 кВ ли кабелларнинг маркалари ва конструкциялари.....	88
б). Кабелларни ётқизиш усуллари.....	89
4.6. Кучланиш 1000 в дан юқори бўлган қаттиқ, эгиловчан ва комплект ток ўтказгичлар.....	98
4.7. Подстанциялар ва электр тармоқларининг номинал кучланишини танлаш.....	108
4.7.1. Кучланиш танлаш бўйича умумий тушунчалар.....	108
4.7.2. Рационал стандарт таъминлаш кучланишини аниқлаш.....	113
4.7.3. Рационал таъминлаш кучланишининг дастлабки қийматини тахминий аниқлаш.....	116
4.7.4. Тарқатиш кучланиши ва уни таълаш.....	117
4.8. БПП трансформаторлари сони ва қувватларини танлаш.....	120
4.8.1. Трансформаторларнинг сонини танлаш.....	120
4.8.2. Куч трансформаторларнинг қувватини танлаш.....	121
4.8.3. Трансформаторлар танлашда техника-иқтисодий ҳисоблар.....	126
4.8.4. Уч чўлғамли трансформаторий ва бўлинган иккиламчи чўлғамли трансформаторлар ҳисоби.....	128
4.8.5. Подстанцияни кенгайтириш ва реконструкция масалалари.....	131
4.9. БПП трансформаторларининг ўрнатиш жойини танлаш. БПП тарқатиш қурилмасининг компоновкаси ва конструкцияси.....	131
4.9.1. БПП трансформаторларининг ўрнатиш жойини танлаш.....	131
4.9.2. Истеъмолчиға яқинлаштирилган подстанциялар.....	132
4.9.3. БПП тақсимлаш қурилмасидати комплект тарқатиш шкафлари.....	133
4.9.4. БПП тарқатиш қурилмасининг компоновкаси (шаклланиши).....	134
4.9.5. БПП 6 - 10 кВ ли тақсимлаш қурилмасининг схемалари ва қисқа тугашув тоқларини чеклаш.....	135

4.9.6. БПП трансформаторларини таълаш бўйича мисол.....	137
5-БОБ. РЕАКТИВ ҚУВВАТНИ ЎРНИНИ ҚОПЛАШ.....	142
5.1. Реактив қувватни ўрнини қоплаш тўғрисида умумий маълумотлар ва реактив қувват ўрнини қоплаш вазифалари.....	142
5.1.1. Реактив қувват истеъмолини камайтириш усуллари.....	143
5.2. Реактив юкламалар учун ўрнини қоплаш қурилмалари, уларнинг схемалари, конструкциялари ва асосий кўрсаткичлари.....	145
5.3. Ўрнини қоплаш қурилмаларининг қуввати, ўрнатиш жойи ва иш режимини таълаш, автоматик бошқариш усуллари ва принциплари.....	148
5.3.1. Ўрнини қоплаш қурилмаларининг қувватини таълаш.....	148
5.3.2. КБ нинг ўрнатиш жойларини таълаш.....	150
5.3.3. Ўрнини қоплаш қурилмаларининг иш режимини таълаш. Автоматик бошқариш принциплари.....	150
5.4. Ўрнини қоплаш усуллари таълаш ва техник иқтисодий ҳисоблар.....	151
6 - БОБ. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИНГ СИФАТИ.....	154
6.1. Кучланиш оғиши ва тебраниши.....	154
6.1.1. Кучланиш оғиши ва кучланиш тебранишининг асосий электр ишлатувчиларининг ишига таъсири.....	155
6.2. Кучланишлар синусоидаллиги.....	156
6.3. Кучланиш носимметрияси.....	158
6.4. Частота оғиши ва тебраниши.....	161
7-БОБ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ СИСТЕМАСИДА КУЧЛАНИШНИ РОСТЛАШ.....	163
7.1. ЭТС да кучланишни ростлаш принциплари.....	163
7.2. Куч трансформаторларидаги кучланишни ростловчи қурилмалар.....	166
8-БОБ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ИШОНЧЛИЛИГИ.....	169
8.1. Электр таъминоти ишончлилиги ҳақида асосий тушунчалар.....	169
8.2. Электр таъминотидаги узиллишларнинг натижасидаги зарарларни ҳисоблаш.....	171
9 - БОБ. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИДА НЕЙТРАЛ РЕЖИМИНИ ТАЪЛАШ. ЕРГА УЛАШ ВА ЭЛЕКТР КОРРОЗИЯСИ.....	175
9.1. Электр қурилмаларининг нейтрал режимлари.....	175
9.2. Ерга улаш қурилмалари.....	176
9.3. Электр коррозияси.....	179
10-БОБ. ЭЛЕКТР БАЛАНСИ ВА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ЙЎҚОТИШЛАРИНИ АНИҚЛАШ.....	182
10.1. Қувват баланслари.....	182

10.2. Электр энергия баланслари.....	182
10.3. Электроэнергия йўқотишларини аниқлаш.....	184
<b>II-БОБ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ СИСТЕМАСИДАГИ ҲЛЧАШЛАР, АВТОМАТИКА ВА БОШҚАРИШ. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ СИСТЕМАСИ ЭЛЕМЕНТ-ЛАРИНИНГ ҲТА ЮКЛАНИШЛАРИ.....</b>	
II.1. ЭТС даги электр Ҳлчалари.....	186
II.2. ЭТС элементлари учун йўл қўйиладиган Ҳта юкланишлар.....	188
<b>Фойдаланилган адабиётлар:.....</b>	<b>190</b>
<b>МУНДАРИЖА.....</b>	<b>191</b>

ЎҚУВ - УСЛУБИЙ НАШР

КАМОЛОВ СОТВОЛДИ КАМОЛОВИЧ  
ЖОББОРОВ ТЎЛҚИН КАМОЛОВИЧ

САНОАТ КОРХОНАЛАРИНИНГ  
ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ

ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИНИНГ  
СТУДЕНТЛАРИ УЧУН ДАРСЛИК

Мухаррир:	К.АМОНОВ.
Техник муҳаррир:	И.Ҳ.ҲАМЗАЕВ.
Макет тайёрловчи:	МИЗЯЕВ А.А.
Мусахҳих:	ГАФАРОВА Э.У.

---

Теришга берилди 31.07.2002 Босишга рухсат этилди 3.09.2002  
Бичими 60/84.<sup>1/16</sup> Ҳажми, б.т.8,5 Оффсет усулида чоп этилди.  
Адади 300 Буюртма №1876 Баҳоси шартнома асосида

---

"Фаргона" нашриёти, 712014,  
Фаргона ш. Соҳибқирон кўчаси, 28-уй.

---

Фаргона политехника институтининг босмахонаси  
712000 Қирғули шаҳарчаси, Фаргона кўчаси, 6-уй.

"ФАРГОНА" НАШРИЁТИ, 2002