

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
БУХОРО МУХАНДИСЛИК ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

“Э ва ИЧАКТ ” ФАКУЛЬТЕТИ

“ЭЛЕКТРОТЕХНИКА” КАФЕДРАСИ

**“Ромитан Оқ олтин” пахта тозалаш заводи АЖ даги куч
трансформаторларни эксплуатацион тавсифларини тадқиқ қилиш ва
энергия тежаш тадбирларини ишлаб чиқиш.
БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ**

Бажарди:
Раҳбар:

У.Бозоров
М.Э. Жўраев

Бухоро-2017

**“Ромитан Оқ олтин” пахта тозалаш заводи АЖ даги куч
трансформаторларни эксплуатацион тавсифларини тадқиқ қилиш ва
энергия тежаш тадбирларини ишлаб чиқиш.**

Мундарижа

1.Кириш.....	
2.Электр таъминотининг техник параметрлари.....	
3.Электр таъминотининг иқтисодий кўрсаткичлари.....	
4.Куч трансформаторлари электр юкламаларининг реактив қувватни истеъмол қилиш режимлари.....	
5.Параллел ишлаётган трансформаторлар юкламаларининг таҳлили.....	
6.Кам юкланган трансформаторларнинг электр характеристикалари.....	
7.Трансформатор нимстанцияларда реактив қувватни коплаш қурилмаларини уланиш схемаларининг таҳлили.....	
8.Трансформаторларнинг иқтисодий жиҳатдан фойдали иш режимларини аниқлаш.....	
9.Трансформаторларни оптимал юклантиришнинг самарадорлиги.....	
Нимстанцияларда конденсатор батареяларини қўллаш ва уларнинг қувватини ростлаш.....	
10.Куч трансформаторларининг салт ишлаш ва юкламавий қувват исрофларини камайтириш тадбирлари.....	
11.Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги.....	
12.Хулоса.....	
13.Фойдаланилган адабиётлар.....	

Кириш.

Ўзбекистон Республикасининг 1997 йил 25-апрелдаги “Энергиядан оқилона фойдаланиш тўғрисида”ги қонуни, Ўзбекистон республикаси Президенти И.А. Каримовнинг 2008 йил 28-ноябрдаги “Иқтисодиётнинг реал сектори корхоналарини қўллаб қувватлаш, уларнинг барқарор ишлашини таъминлаш ва экспорт потенциалини кўпайтириш чоратadbирлари тўғрисида” ги ПФ-40-58- сонли Фармонини бажариш юзасидан, шунингдек, Ўзбекистон Республикаси ёкилги энергетика мажмуинини ривожлантиришнинг стратегик йуналиши энергиядан оқилона фойдаланиш ва энергия тежамкорлиги масалалари хисобланади. Ушбу масалаларини куриб чикишда Вазирлар Маҳкамаси қабул қилган қарорлар электр энергияни тежашнинг сиёсий, иқтисодий, ташкилий, бошқарув, техник ва технологик жиҳатларига комплекс тарзда ёндошишга ундайди. [1]

Саноатда энергия истеъмолини тежаш буйича 10 йил мобайнида, яъни 1995 йилгача амалга оширилган хар хил тadbирлар натижасида Европа мамлакатларида энергиянинг умумий истеъмолини 20% тежалишига эришилди. Шуларни инобатга оладиган булсак мамлакатимизда бир фоиз электроэнергияни тежаш мамлакат буйича 500 млн. кВт соат электроэнергияни ишлаб чиқариш ва 100 минг тонна шартли ёкилгини тежаш имконини беради.

Корхонада куч трансформаторлари асосий электротехник курилмалардан бири эканлиги туфайли замонавий талаблар асосида уларнинг энергия тежамкор иш режимларини аниқлаш масалалари қўйилмоқда.

Битирув малакавий ишдан асосий мақсад « Бухоро парранда » АЖ нинг куч трансформаторларининг эксплуатация қилиш характеристика ларини тузиш ва иш режимларини таҳлил қилиб, уларнинг энергия

тежамкор иш режимларини аниқлаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқот вазифалари:

1. Саноат корхонасида куч трансформаторларнинг иқтисодий жиҳатдан фойдали иш режимларини аниқлаш натижалари
2. Саноат корхонасида куч трансформаторларни оптимал юклантиришнинг самарадорлик кўрсаткичлари.
3. Саноат корхонасидаги цех трансформатор нимстанцияларида конденсатор батареяларини қўллаш ва уларнинг қувватини ростлаш имкониятларини аниқлаш.
4. Саноат корхонасида куч трансформаторларининг салт ишлаш ва юкламавий қувват исрофларини камайтириш тадбирлари ишлаб чиқиш.

Ишдаги ўзига хос асосий ҳолатлар.

- Корхонада куч трансформаторларнинг иқтисодий жиҳатдан фойдали иш режимларини аниқлаш
- Корхонада куч трансформаторларни оптимал юклантиришнинг самарадорлик кўрсаткичларини аниқлаш.
- Корхонадаги нимстанцияларда конденсатор батареяларини қўллаш ва уларнинг қувватини ростлаш имкониятларини аниқлаш.
- Корхонасида куч трансформаторларининг салт ишлаш ва юкламавий қувват исрофларини камайтириш тадбирларини ишлаб чиқиш.

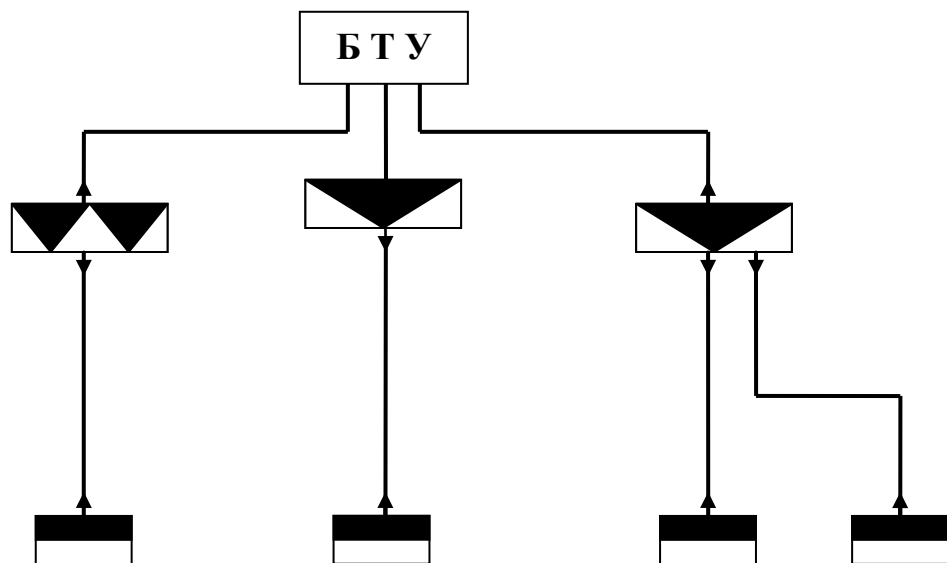
Корхонада юкламаси ўзгарадиган катта қувватли электр истеъмолчиларини электр энергия билан таъминловчи цех трансформатор подстанциялар мавжуд бўлганлиги учун кўп ҳолларда куч трансформаторлари тўлиқ юкланмаслиги ҳолати юзага келади. Ушбу муаммо трансформатор электр истемолчиларининг турли гуруҳлари учун, технологик жараёнларнинг хусусиятларига кўра турли даражада намоён бўлади. Бу вазифани ҳал қилиш учун трансформаторларни салт

ишлашини чеклаш ва кам юкланган трансформаторларни бошқа кичик қувватли трансформаторга алмаштириш кутилган натижани бериши мумкин. Бу вазифаларни ҳал қилиш электр таъминотини оптималлаштиришни таъминлайди.

1. Электр таъминотининг техник параметрлари.

“Ромитан Оқ олтин” пахта тозалаш заводи АЖ подстанция Ромитан – 110 / 10 подстанциясидан таъминот олади. Корхона ҳудудида бош тақсимлаш ускунаси мавжуд. Бу бош тақсимлаш ускунасининг 10 кВли шиналаридан кабель йўллари орқали электр энергия узатилади. Цех трансформатор подстанциялари РВ-10 типдаги ажратгичлар орқали тақсимлаш ускунасига уланган. Шунингдек бош тақсимлаш ускунасининг 10 кВ ли шинаси томондан ТПОЛ-10 типдаги ток трансформатори ва НТМИ-10 типдаги кучланиш трансформатори орқали уланган DTSD электр ҳисоблагичлари ўрнатилган. Бу ҳисоблагичлар корхонада истеъмол қилинган барча электр энергияни ўлчайди. Бундан ташқари цех трансформатор подстанцияларида ҳам ҳисоблагичлар мавжуд.

Корхонада ишлатиладиган энергетик тузилмаларининг асосийларидан бири куч трансформаторлардир. Корхонадаги бош ишлаб чиқариш биноси



1-расм. Корхона электр таъминотининг бир чизиқли электр схемаси
2 та ТМ - 1000/ 10, ТМ - 630/ 10 трансформаторларидан таъминот олади.

Корхоналарнинг цех трансформатор подстанциялари (ТП) да ўрнатиладиган куч трансформаторлари қуйидагилар :

а) ТМ-табiiй совутишли мойли трансформатор. Масалан, ТМ-630/10 тури шундай шифрсизланади: $U_{\text{юк}}=10\text{кВ}$, $U_{\text{пк}}=0.4/0.23\text{ кВ}$, $S_{\text{тн}}=630\text{ кВА}$. ТМ туридаги трансформаторлар ташқарида қўйиладиган комплект трансформатор подстанцияларида ишлатилади.

б) ТМЗ-табiiй совутишли мойли, ёпиқ трансформатор бўлиб, баки герметик конструкцияли ва унинг юқори қисмининг 20-25% хажмида “азот ёстиғи” бор. Бу азот ёстиғи мойнинг хажм кенгайишини компенсация қилади. Бу трансформаторлар $S_{\text{тн}}=160\div 1600\text{ кВА}$ қувватларда ишлаб чиқарилади;

в) ТНЗ - ёнмайдиган синтетик суюқлик “совтол” тўлғизилган табiiй совутишли ёпиқ трансформатор бўлиб, $S_{\text{тн}}=160\div 2500\text{ кВА}$ қувватларда ишлаб чиқарилади.

ТМЗ ва ТНЗ трансформаторлари хона ичига қўйиладиган КТП да ишлатилади.

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

ТП трансформаторларининг ЮК ва ПК чўлғамлари $\Delta/Y - 11$ схемаси бўйича уланади.

Цех трансформаторларининг қуввати, сони ва ўрнатиш жойини танлашни кўриб чиқамиз

Цех трансформаторларининг сони ва қуввати қуйидаги шартлар бўйича аниқланади :

1). Қизиш бўйича: $S_{\text{т.н. } \Sigma} \geq S_{\text{ц}}$

2).Юклаш коэффиценти бўйича истеъмолчининг тоифасига қараган холда қуйидаги шартлар ишлатилади:

$K_{\text{ю}} \leq 0.7$ - I тоифадаги ЭИ ва И лар учун

бу ерда $K_{\text{ю}} = S_{\text{х.ц.}} / S_{\text{т.н. } \Sigma}$

№	S _n	Ulanish sxemasi va guruxi	Nominal kuchlanish		P _q	P _o	U _q	I _o	m
			YUK	PK					
	kVA	—	V	V	W	W	%	%	-
1	25	Y/Y ₀ -0	10000	400	600	130	4,5	3,2	3
2	40	Y/Y ₀ -0	10000	400	880	175	4,5	3	3
3	63	Y/Δ-11	10000	400	1280	240	4,5	2,8	3
4	100	Y/Δ-11	35000	400	1970	420	6,5	2,6	3
5	100	Y/Y ₀ -0	10000	400	1970	330	4,5	2,6	3
6	160	Y/Δ-11	35000	400	2650	620	6,5	2,4	3
7	160	Y/Y ₀ -0	10000	400	2650	510	4,5	2,4	3
8	250	Y/Y ₀ -0	35000	400	3700	900	6,5	2,3	3
9	250	Y/Δ-11	10000	400	3700	740	4,5	2,3	3
10	400	Y/Δ-11	35000	400	5500	1200	6,5	2,1	3
11	400	Y/Δ-11	10000	400	5500	950	4,5	2,1	3
12	1000	Y/Δ-11	35000	690	7600	1600	6,5	2	3
13	630	Y/Δ-11	10000	690	7600	1310	5,5	2	3
14	1000	Y/Δ-11	10000	690	12200	2100	5,5	4	3
15	1000	Y/Δ-11	35000	690	12200	2000	6,5	1,4	3
16	1600	Y/Δ-11	35000	690	18000	2750	6,5	1,3	3
17	1600	Y/Y ₀ -0	10000	690	18000	2800	5,5	1,3	3

$S_{T.H.\Sigma}$ - ТП даги трансформаторлар номинал қувватларининг йиғиндиси

$K_{ю}=0.8\div 0.85$ II-тоифали ЭИ ва И лар учун.

Юқоридаги (13.11)÷(13.12) ифодаларни бир - бирига қўйиб, ТП трансформаторларининг керакли қуввати $S_{T.кер}$ ни топамиз:

I - тоифага кирувчи ЭИ ва И лари учун:

$$S_{T.кер} \geq S_{x.ц.}/0,7$$

II - тоифага кирувчи ЭИ ва И лари учун:

$$S_{T.кер} \geq S_{x.ц.}/(0.8\div 0.85)$$

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 олиш 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.

ТП трансформаторларини қуйидагича жойлаштириш мумкин:

- 1)Цех билан умумий деворга эга бўлиб, ташқарида жойлаштириш;
- 2)Цех билан умумий деворли, цех ичида жойлаштириш;
- 3)Цех ичида электр энегия 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 жойни эгалловчи, юкламаси бир неча минг кВА ни ташкил этувчи ишлаб чиқариш корпусларида КТП, РП ва бошқариш станцияларини жойлаштириш учун махсус ораликлар (пролетлар) кўзда тутилади. Бир жойдан иккинчи жойга кўчириб юрилувчи ЭИ лар бўлмаганда КТП ларни цехлар ичида жойлаштириш $6 \div 10 \text{ кВ}$ кучланишни истеъмолчиларга яқинлаштириб, электр энергияси йуқотишни камайтиради, электр жихозларини эксплуатация қилишни енгиллаштиради. Қувват зичлиги катта бўлган ($0.3 \div 0.35 \text{ кВА/м}^2$) тоғ-бойитиш фабрикаларида целлюлоза-қоғоз комбинатларида қуввати 1600 кВА ва 2500 кВА бўлган КТП лар ўрнатилади. Ҳозирги амалиётда ўз ичига бир неча цехни олган

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

Подстанция имкони борица кранлар ишламайдиган зонада жойлаштирилади.

ПУЭ бўйича цех ичидаги подстанцияда сони учтагача, умумий қуввати 3200 кВА дан ортмайдиган ёғли трансформаторлар ўрнатилади; очик 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.

Цех подстанциялари компановкаси ва конструкцияси, комплект трансформатор подстанцияларини куриб чиқамиз.

Юқорида айтилгандай, цех подстанциялари сифатида ички КТП лар ишлатилади. Бу КТП нинг 0.4/0.23 кВ ли тарқатиш курилмасини компановкаси муҳим ролр ўйнайди. Икки трансформаторли КТП нинг 6 - 10 кВ ли таъминловчи кабеллар уланувчи ЮК кириш шкафларида ажратгич (разъединителр, $S_{т.н} \leq 630$ кВА да) ёки юклама узгичи (включатель нагрузки) ўрнатилади. ЮК шкафларини баъзи схемаларида 6÷10 кВ ли кабеллар тўғридан-тўғри трансформаторларга уланади. Паст кучланишли РП 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 РП 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) сонлари йиғиндисига тенг бўлиши керак. ЭТС схемасини тузишда КТП даги трансформаторлар таъминан тенг юкланадиган қилиб танланиши керак. Химоя ва коммутацион аппаратларини танлашда ўрнатиладиган КТП нинг ПК РП сидаги кириш, секциялараро ва чизикли автоматлар танланиши керак. Масалан, агар цех учун 2 х 2500 кВА қувватли КТП танланган бўлса, унинг ПК РП сида Э40 кириш автомати, Э25 секциялараро автомати, Э06 ва Э16 туридаги чизикли автоматлари бўлган шкафлар мавжуд. Химоя аппаратларини танлашда юқоридаги автоматлар узувчиларнинг номинал токи $I_{х.н}$, уставка токлари $I_{у.ўю}$, ва $I_{у.к}$ аниқланади.

Мисол учун «**“Ромитан Оқ олтин” пахта тозалаш заводи АЖ** Ромитан – 110 / 10 таъминот олади. Корхона ҳудудида бош тақсимлаш ускунаси мавжуд. Бу бош тақсимлаш ускунасининг 10 кВли шиналаридан кабель йўллари орқали электр энергия узатилади. Цех трансформатор подстанциялари РВ-10 типдаги ажратгичлар орқали тақсимлаш ускунасига уланган. Шунингдек бош тақсимлаш ускунасининг 10 кВ ли шинаси томондан ТПОЛ-10 типдаги ток трансформатори ва НТМИ-10 типдаги кучланиш трансформатори орқали уланган DTSD электр ҳисоблагичлари ўрнатилган. Бу ҳисоблагичлар корхонада истеъмол қилинган барча электр энергияни ўлчайди. Бундан ташқари цех трансформатор подстанцияларида ҳам ҳисоблагичлар мавжуд.

Трансформаторларнинг вазифаси электр энергиянинг параметрларидан бири кучланишни ўзгартириш, яъни кучайтириш ёки пасайтиришдир. Ушбу параметрни ўзгартириш маълум электромагнит жараён натижасида ҳосил бўлади ва шу жараёнда энергиянинг бир қисми исрофланади. Трансформаторларнинг электр энергия исрофи формуласини шарҳлаймиз:

$$\Delta \mathcal{E}_T = \frac{\Delta P_K}{n} \beta^2 \cdot \sum_1^K \Delta t + n \cdot \Delta P_X \cdot T$$

Бу формулада:

$\Delta P_K = \Delta P_{K.T.}$ – трансформаторнинг қисқа туташ исрофи маълумотно малардан олинади.

n – электр таъминот тизимининг подстанциясидаги трансформатор лар сони, кўпинча $n=2$

$$\beta = \frac{S_{уст}}{n \cdot S_{HT}} - 0,65 \div 0,95 \text{ истеъмолчининг ишончлилиқ категориясига}$$

нисбатан олинadиган трансформаторнинг юклантириш коэффициенти. Унга кура 1-категория истеъмолчилари учун $\beta=0,65-0,75$, 2-категория учун $\beta=0,75-0,85$, ва 3-категория учун эса $\beta=0,85-0,95$ оралиқда булиши керак.

$S_{ист}$ – истеъмолчининг тўла қуввати [кВА]

$S_{н.т}$ – трансформаторнинг тўла меъёрий (номинал) қуввати. Хар бир трансформаторнинг устида албатта кўрсатилади.

$\sum_1^K \Delta t$ – Бир сутка ёки ой умумлаштирилган истеъмол графигининг поғоналар бўйича вақт йиғиндиси. Агар ҳисоблар бир йил учун бажариладиган бўлса, $\Delta t = \tau$ – бир йиллик максимал исрофлар вақти дейилади ва маълумотномалардан олинади, $T_{нб}$ ва $\cos \varphi$ – га боғлиқ.

K – умумлаштирилган истеъмол графигининг маълум вақт ичидаги поғоналар сони

$\Delta P_x = \Delta P_{с.ю.}$ – салт юриш исрофи. Маълумотномалардан олинади. Кўпинча трансформаторнинг паспортида кўрсатилади.

T – трансформаторнинг тармоқга уланган вақти, шу жумладан, умуман истеъмол бўлмаган, яъни салт юриш вақти. Мисол учун, дам олиш куни ёки истеъмолчи ишламаган вақти.

Трансформаторнинг энергия исрофини камайтириш, келтирилган энергия исрофи формуланинг иккинчи ташкил қилувчиси, яъни салт юриш вақтини камайтиришдир. Бу жиҳат айниқса юкламаси кескин ўзгарадиган пахта тозалаш заводлари учун катта аҳамиятга эга.

Мисол учун саноат корхонасининг бош ишлаб чиқариш биносини электр энергия билан таъминловчи цех трансформатор подстанциясида иккита ТМ – 1000/10 трансформатор ўрнатилган. Шу подстанциянинг бир ойлик салт юриш исрофини ҳисоблаймиз. Аввал трансформаторларнинг техник катталикларини маълумотномадан ёзиб оламиз:

ТМ – 1000/10 – трансформаторнинг тури (нусха);

$S_H=1000$ кВА – номинал (меъёрий) қуввати;

$U_1/U_2=10/0,4$ – Бирламчи ва иккиламчи кучланиши [кВ];

$\Delta P_K=11,6$ кВт – Қисқа туташ режими ёки чўлғамларнинг қувват исрофи.

$\Delta P_x=3,3$ кВт – салт юриш ёки ўзакдаги қувват исрофи

$I_o= I_{c.o}= 1,4$ % – салт юриш токи, меъёрий токдан фоиз ҳисобида.

$U_K = 5,5$ % – қисқа туташ кучланиши, бирламчи чулғамнинг меъёрий кучланишидан фоиз ҳисобида.

Бу катталиклар трансформаторнинг электроэнергия исрофини ҳисоблаш ва таъмирдан кейинги ишонч синовларини ўтказишда катта аҳамиятга эга. Энергия исрофини бир ой давомида, ҳар иккала трансформаторларнинг тармоқдан узлуксиз ишлаган ҳолда, фақат салт юриш исрофини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаймиз:

$$\Delta \mathcal{E}_{c.o.1}=n \cdot \Delta P_x \cdot T_1=2 \cdot 3,3 \cdot 720=4752 \text{ кВт} \cdot \text{соат}=4,75 \text{ МВт} \cdot \text{соат}$$

Бу ерда: $T_1=30 \cdot 24=720$ соат – бир ойнинг соатлар сони.

Агар ҳар иккала трансформатор, шанба куни иккинчи сменадан кейин то душанба куни соат 8⁰⁰ гача тармоқдан узилса, бир ҳафтада 40 соат тармоқдан узилган бўлади. Бир ойда 4 ҳафта борлигини ҳисобга олсак, бир ойда ҳар иккала трансформатор тармоқдан узилган вақти:

$$T_{d.o.}=4 \cdot 40=160 \text{ соат} - \text{бир ойда дам олиш соатлари.}$$

Демак, трансформаторларнинг салт юриш вақти $T_{d.o.}$ вақтига камаяди:

$$T_2=T_1- T_{d.o.}=720=560 \text{ соат}$$

Энергия исрофи ҳам камаяди:

$$\Delta\mathcal{E}_2 = n \cdot \Delta P_x \cdot T_2 = 2 \cdot 3.3 \cdot 560 = 3696 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

Бир ойда тежалган энергия:

$$\Delta\mathcal{E}_T = \Delta\mathcal{E}_1 - \Delta\mathcal{E}_2 = 1056 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

Бир йилда тежалган электр энергия:

$$\Delta\mathcal{E}_{\text{ит}} = 1056 \cdot 12 = 12672 \text{ кВт} \cdot \text{соат} - \text{ни ташкил этади.}$$

Энди фараз қиламиз, бу подстанциянинг юкламаси кескин ўзгаришини ҳисобга олиб корхонанинг мавжуд энергия хўжалигидан фойдаланган ҳолда подстанциядаги трансформаторлар сони ва қувватини ўзгартириш орқали юқори самарадорликка эришиш мумкин. Бунинг учун тегишли ходимлар томонидан қаттиқ назоратни йўлга қўйиш кифоя. Бу амалий масалаларни ҳал қилиш учун куч трансформаторларининг паспорт параметрлари дастлабки маълумот сифатида хизмат қилади. 2- жадвалда шу куч трансформаторларининг паспорт параметрлари келтирилган.

2- жадвал

№	Трансформатор сони ва типи	S _{нт} кВА	U ₁ /U ₂ кВ	ΔP _к кВт	ΔP _о кВт	U _к %	I _о %
1	1хТМ-630/10	630	10/0,4	5,5	1,45	4,5	2
2	2хТМ-1000/10	1000	10/0,4	7,6	2,27	5,5	2,1

2. Электр таъминотининг иқтисодий кўрсаткичлари

Трансформатор подстанцияси ўрни, сони, қувватини энергия тежамкорлик нуктаи назардан оқилона танлаш масалалари ишда кўриб чиқилган. Трансформатор подстанцияларини ишлатишнинг асосий иқтисодий самарадорлиги келтирилган йиллик харажатлар кўрсаткичи бўйича баҳоланади. У қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$Z_{nc} = K_{nc} \cdot E_n + \Delta U;$$

Бу ерда, K_{nc} -подстанцияга сарфланган капитал харажатлар, млн.сўм; E_n -капитал харажатлардан умумий ажратмалар коэффиценти; ΔU -трансформатордаги исрофлар қиймати бўлиб қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\Delta U_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 \cdot m + \Delta P_0 \cdot m_0);$$

Бу ерда, m ва m_0 -электр энергияси тўлов ставкалари бўлиб қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$m = \left(\frac{\alpha}{T_m} + \beta \right) \cdot \tau;$$
$$m_0 = \left(\frac{\alpha}{T_m} + \beta \right) \cdot T_m;$$

Трансформаторларни ишлатиш жараёнида энергия тежаш нуктаи назаридан, юкламани бир қисмини ўчириш, реактив қувватни қоплаш, параллел ишлаётган трансформаторни биттасини ўчириш каби тадбирлар қўлланилади. Шунинг учун ушбу катталикларга боғлиқ бўлган келтирилган йиллик харажатлар ифодасини оламиз:

$$Z_{nc} = K \cdot e_n + n \cdot (\Delta P_k \cdot \left(\frac{P_{юк}}{n \cdot S_{н.м.} \cdot \cos \varphi} \right)^2 \cdot m + \Delta P_0 \cdot m_0);$$

Бу ерда, $P_{юк}$ -трансформаторнинг ҳисобий актив юкламаси, подстанция юкламасининг қувват коэффиценти; m ва m_0 - исрофлар тўлов ставкалари.

Бундан ташқари, трансформатордаги қувват ва энергия исрофлари таҳлил қилинади. Бу исрофлар қуйидаги ифодаalar бўйича ҳисобланади.

Трансформаторлардаги исрофлар:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 + \Delta P_0)$$

Бу ерда, n -трансформаторлар сони, дона; ΔP_k ва ΔP_0 -қисқа туташув ва салт ишлаш қувват исрофлари, кВт; β -трансформаторни юклантириш коэффициенти.

Трансформатордаги энергия исрофи:

$$\Delta A_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{yl})$$

Бу ерда, τ -максимал исрофлар вақти, соат/йил; T_{yl} -трансформаторни тармоқга уланиш вақти, соат/йил.

Трансформатордаги энергия исрофи қиймати қуйидаги ифода орқали ҳам ҳисобланиши мумкин:

$$\Delta U_{uc} = \Delta P_{mp} \cdot \alpha + \Delta A_{mp} \cdot \beta;$$

Бу ерда, α ва β -электр энергияси тўловининг асосий ва қўшимча ставкалари, сўм/кВт, сўм/кВт·соат.

Цех подстанцияларининг трансформаторлари қуввати юкланиш коэффициенти орқали ҳисобланади: Унга кура 1-категория истемолчилари учун $\beta=0,65-0,75$,

2-категория учун $\beta=0,75-0,85$, ва 3-категория учун эса $\beta=0,85-0,95$ ораликда булиши керак. Подстанциялардаги трансформаторларни юкланиш коэффициентини қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\beta = \frac{S_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}}$$

Юкланиш коэффициенти меъерий қийматига тугри келган трансформатор номинал қуввати аниқланади. Цех подстанцияларини истемолчиларини қуйидагича гурухлаймиз:

ТП номери	P _{ТП} кВт	Q _{ТП} кВар	S _{ТП} кВА
ТП-1	576	298	648
ТП-2	772	425	881

1-ТП даги трансформаторларнинг юклантириш коэффициентини аниқлаймиз.

$$\beta = \frac{S_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}} = \frac{881}{1000} = 0,88$$

Трансформатордаги исрофлар куйидагича хисобланади: актив қувват исрофи:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (7,6 \cdot 0,7^2 + 2,27) = 26,93 \text{ кВт};$$

Трансформаторлардаги энергия исрофи куйидаги ифодадан хисобланади:

$$\Delta A_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{\text{вкл}}) = 168368 \text{ кВт} \cdot \text{соат};$$

Цех подстанцияларини танлаш хисоблари натижаларини 4-жадвалга киритамиз

ТП номери	Трансформатор сони ва тип	P _{ТП} кВт	Q _{ТП} кВар	S _{ТП} кВА	β	ΔP _к кВт	ΔP _о кВт	U _к %	I _о %	К млн.с
ТП-1	1хТМ-630/10	576	298	648	0.7	5,5	1,45	4,5	2,1	139.64
ТП-2	2хТМ-1000/10	772	425	881	0.7	5,5	1,45	4,5	2,1	172.84
Жаъми										312.48

Цех подстанциясининг техник-иктисодий курсаткичлари барча подстанцияларнинг исрофлари ва нархлари йигиндиси асосида бир марта хисобланади. Бу кийматлар 5-жадвалдан келтирилади.

ТП номери	Трансформатор сони ва тип	$\Delta P_{ис}$ кВт	$\Delta A_{тр}$ кВт·с
ТП-1	1хТМ-630/10	10.12	54120
ТП-2	2хТМ-1000/10	16.24	73664
Жаъми		26.36	127784

Исрофлар нархи:

$$\Delta U_{ис} = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 26.36 \cdot 300000 + 127784 \cdot 150 = 31.649 \text{ млн.сум}$$

Амортизация ажратмаси:

$$U_a = K_{mn} \cdot \varphi_a = 312,48 \cdot 0,064 = 29.615 \text{ млн.сум};$$

бу ерда U_a - амортизация ажратмаси.

$$U_{жр} = K_{mn} \cdot \varphi_{жр} = 312,48 \cdot 0,04 = 18.509 \text{ млн.сум};$$

бу ерда $U_{жр}$ - жорий ремонт ажратмаси.

Йиллик ажратмалар

$$U = \Delta U_{ис} + U_a + U_{жр} = 79.773 \text{ млн.сўм}$$

Цех подстанцияларининг келтирилган йиллик харажатлари:

$$З_{nc} = U + E_n \cdot \Sigma K_{nc} = 79.773 + 0,12 \cdot 312.48 = 135.301 \text{ млн.сўм.}$$

Хисоблаш натижалари куйидаги 6-жадвалга киритилган:

Ускуна номи	К млн.сўм	ΔP кВт	U_a млн.сўм	$U_{жр}$ млн.сўм	ΔU млн.сўм	U млн.сўм	З млн.сўм
ТП	312.48	26.36	29.615	18.509	31.649	79.773	135.301

3. Куч трансформаторлари электр юкламаларининг реактив кувватни истеъмол қилиш режимлари

Корхонанинг реактив кувватини цехда компенсациялангандан кейин тўла кувват аниклаш учун, корхона электр юкламасини хисоблаш керак.

Агар корхона учун талаб килинган реактив куввати $Q_{к.у} < 50 \text{кВар}$, шу корхонада конденсатор батареясини ПУЭ оркали компенсацияловчи қурилмани танланмайди. $Q_{к.у} < 50 \text{кВар}$ дан кўпроқ бўлса, ККУ-0,4 тенглаш керак.

Корхона юкламасини аниклашда хисобий юкламани аниклашнинг талаб коэффиценти хисобий (1000 В ва ундан юкори) актив ва реактив юкламалари цехларнинг хисобий ёритиш юкламаларидан фойдаланилади. Корхона майдонини ёритиш юкламасини хисобга олган холда топилади. Кучланиш 1000 Вгача бўлган юкламали истеъмолчилар ўзграувчан графикли юкламалардир. 1000 В дан юкори булган кучланишли юкламалар ўзгармас графикли юкламалар деб қабул килинган.

Кучланиши 1000 Вгача бўлган истеъмолчиларнинг умумий хисобий юкламаси қуйидагича аникланади:

$$\sum P_{p1} = \sum P_{p1} + \sum P_{p0};$$

$$\sum Q_{p2} = \sum Q_{p1} + \sum Q_{p0};$$

Q_{p0} -газ разрядли ёруглик манбаси ишлатилганда хисобга олинувчи хисобий реактив кувват, кВар

$\sum P_{p0}$ -ёритишга сарф хисобий актив кувват кВт.

$\sum Q_{p0}$ -ёритишга сарф бўладиган хисобий реактив кувват кВАР.

Цех подстанцияси трансформатордаги кувват йўқотилиши тақрибан қуйидагича хисобланади;

1. Корхона учун реактив кувват кийматини аниклаймиз

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

2. Компенсациаловчи курилмаларнинг реактив кувватини топамиз:

$$Q_{к.к} = P_p (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

$$\text{бу ерда } \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,33$$

3. Конденсатор батареясини танлаймиз.

ККУ - комплект конденсатор курилмалар 380В.

4. Корхонанинг компенсациялангандан кейинги реактив кувватини хисоблаймиз:

$$Q_{п.к} = Q_p - Q_{к.у}$$

5. Компенсациялангандан кейинги тўла куватни аниклаймиз.

$$S_{к.к} = \sqrt{P_p^2 + Q_{п.к.}^2}$$

6. Корхонанинг 1 йилдаги электроэнергия сарфини хисоблаймиз.

$$W_{\text{йил кор}} = W_{\text{йил к}} \cdot K_{\text{тт}} \cdot K_{\text{тк}}$$

7. Корхонада фойдаланилган электроэнергия учун абонент тўловини аниклаймиз.

$$I_{\text{кор}} = \alpha \cdot P_{\text{мах}} + \beta \cdot W_{\text{йил. кор.}}$$

Статистик конденсатор батареялари, синхрон юритгичлар ва электр энергия сарфини 50% гача камайтириш имконини берадиган синхрон компенсаторлар курилишидаги реактив кувватни куллаш.

Электр энергияси исрофларини камайтиришни яна бир воситаси кувват коэффициентини ошириш ҳисобланади. Энерготизимда истеъмол қилинадиган реактив кувватнинг 30 % дан ортиқроғини трансформатор ларга тўғри келади. Бу кувватнинг 80 % трансформаторларнинг салт ишлашига тўғри келади. Шунинг учун, одатда кам юкланган кичик кувватли трансформаторларга алмаштирилади ёки қопловчи ускуналар қўлланилади. Қопловчи ускуналар сифатида кўпинча статик конденсатор лар батареяси қўлланилади. Улар ихчам, кам исрофли ва ҳоҳлаган кувватни ҳосил қилиш мумкин бўлгани учун кенг қўлланилади. Қопловчи ускуналар уч хил усулда қўлланилади: индивидуал: бунда қопловчи ускуна

истеъмолчи (мотор)га бевосита уланади. Гуруҳли: бунда истеъмолчилар гуруҳига тақсимлаш пунктига уланади. Марказлашган: бунда қопловчи ускуналар юқори кучланишли тақсимлаш ускунаси ёки трансформатор подстанциясига ўрнатилади. Паст тақсимлаш ускунасига улаш усули кенг тарқалган.

Қоплаш ускунаси юкламани реактив қувват билан таъминлаб, КЙ ва трансформатордан меъёрий қувват коэффиценти билан қувват оқишини таъминлайди. Бунда трансформаторда камаядиган қувват исрофини қуйидагича аниқлаш мумкин:

Трансформатордаги қувват исрофини камайишини кўриб чиқамиз.

Реактив қувват қопланмаган трансформатордаги қувват исрофи:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0)$$

Бу ерда:

$$\beta^2 = \frac{S_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} \quad \text{бўлади.}$$

Реактив қувват қоплангандан кейин юкланиш коэффицентини квадрати қуйидагига тенг бўлади:

$$\beta_{\text{кв}}^2 = \frac{P_{\text{ю}}^2 + (Q_{\text{ю}} - Q_{\text{кв}})^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} - \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} + Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2}$$

Трансформатордаги қувват исрофининг камайиши:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) - n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta_{\text{кв}}^2 + \Delta P_0) = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot (\beta^2 - \beta_{\text{кв}}^2)$$

бу ерда:

$$\beta^2 - \beta_{\text{кв}}^2 = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} - \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} + \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} - Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} - Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2}$$

бўлади ва қувват исрофининг камайиши қуйидаги ифодадан топилади:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot (\beta^2 - \beta_{\text{кв}}^2) = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} - Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2}$$

Трансформатордаги камаядиган энергия исрофи:

$$\Delta W_{mp} = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{2 \cdot Q_{ю} \cdot Q_{кy} - Q_{кy}^2}{n^2 \cdot S_{нт}^2} \cdot \tau$$

Энергия исрофани нархи:

$$\Delta U_{mp} = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{2 \cdot Q_{ю} \cdot Q_{кy} - Q_{кy}^2}{n^2 \cdot S_{нт}^2} \cdot m$$

Реактив қувватни қоплаш ускунасининг йиллик келтирилган харажатлари:

$$Z_{кy} = e_n \cdot K_{кy} + p_0 \cdot Q_{кy} \cdot m = e_n \cdot c_0 \cdot Q_{кy} + p_0 \cdot Q_{кy} \cdot m = (e_n \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot Q_{кy}$$

бу ерда: $K_{кy}$ -қоплаш ускунаси капитал харажатлари (нархи), минг.сўм ; E_n -йиллик ажратмаларнинг умумий коэффиценти; p_0 -қоплаш ускунасининг солиштирма қувват исрофи, кВт/кВар; c_0 -қоплаш ускунасининг солиштирма нархи, минг сўм/кВар.

Цех подстанцияларининг электр юкламаси 7-жадвалда кўрсатилган:

7-жадвал

ТП номери	P _{ТП} кВт	Q _{ТП} кВар	S _{ТП} кВА
ТП-1	576	298	648
ТП-2	772	425	881

1-ТП даги трансформаторларнинг юклантириш коэффиценти аниқлаймиз.

$$\beta = \frac{S_{юк}}{n \cdot S_{нт}} = \frac{648}{2 \cdot 400} = 0,81$$

Трансформатордаги исрофлар қуйидагича ҳисобланади: актив қувват исрофи:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (11.6 \cdot 0,81^2 + 3.3) = 26.93 \text{ кВт}$$

Трансформаторлардаги энергия исрофи қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$\Delta A_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{вкл}) = 168368 \text{ кВт} \cdot \text{соат};$$

Трансформатордаги қувват исрофини камайишини кўриб чиқамиз. Реактив қувват қопланмаган трансформатордаги қувват исрофи:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (11.6 \cdot 0.81^2 + 3.3) = 26.93 \text{ кВт};$$

Бу ерда:

$$\beta^2 = \frac{S_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = 0.88 \quad \text{бўлади.}$$

Реактив қувват қоплангандан кейин юкланиш коэффициентини квадрати қуйидагига тенг бўлади:

$$\beta_{\text{кв}}^2 = \frac{P_{\text{ю}}^2 + (Q_{\text{ю}} - Q_{\text{кв}})^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} - \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} + Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = 0.68$$

Трансформатордаги қувват исрофининг камайиши:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) - n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta_{\text{кв}}^2 + \Delta P_0) = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot (\beta^2 - \beta_{\text{кв}}^2) = 2 \cdot 11.6 \cdot (0.81 - 0.68) = 4.6 \text{ кВт}$$

бу ерда:

$$\beta^2 - \beta_{\text{кв}}^2 = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} - \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} + \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} - Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\text{кв}} - Q_{\text{кв}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} \quad \text{бўлади.}$$

Цех подстанциялари электр юкламаларининг реактив қувват истеъмоли туфайли вужудга келадиган исрофлар натижаларини 8-жадвалга киритамиз

8-жадвал

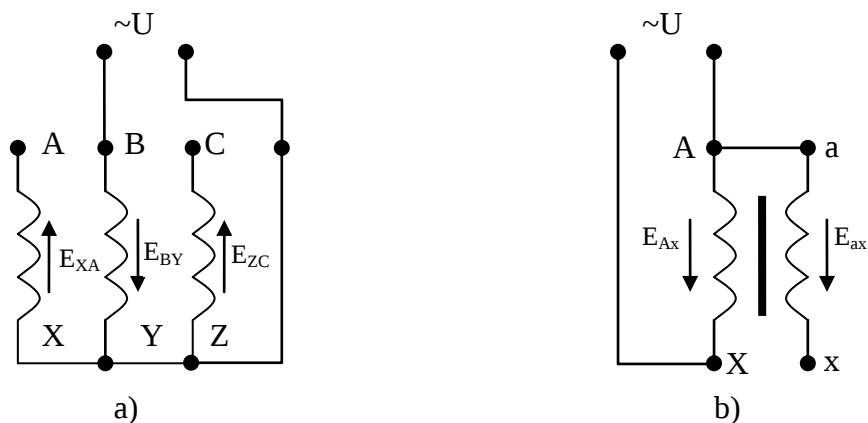
ТП номери	Трансформатор сони ва типи	$\Delta P_{\text{ТП}}$, кВт
ТП-1	2хТМ-400/10	0.7
ТП-2	2хТМ - 630/10	1.1
Жаъми		1.8

4. Параллел ишлаётган трансформаторлар юкламаларининг таҳлили.

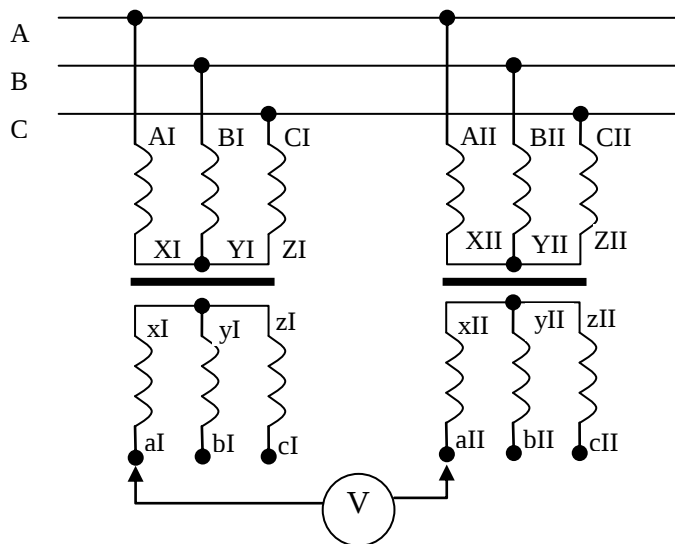
Бир нечта трансформаторларни ягона юкламага улаб ишлатиш трансформаторларнинг параллел ишлаши дейилади. Трансформатор подстанцияларида вақт давомида юклама узлуксиз ўзгариб туради, бу электр энергия истеъмолчиларининг миқдори ва қувватига боғлиқ: кечаси у минимал, кундузи ёки кечқурун эса максимал бўлади ва агар шундай юкламада битта трансформатор ўта юкланиб қолган бўлса, у ишдан чиқиши мумкин. Бунинг олдини олиш мақсадида унга параллел қилиб иккинчи трансформатор уланади, бунда юклама улар орасида тақсимланади.

Трансформаторлар уларнинг фазалари сони бир хил, бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг кучланишлари ва бинобарин, кучланиш бўйича трансформатсия коэффитсиентлари ҳам бир хил бўлганда; чулғамларининг уланиш гуруҳлари; қисқа туташиш кучланиши бир хил (фарқи кўпи билан $\pm 10\%$ бўлишига йўл қўйилади); ток частотаси бир хил бўлганда; номинал қуввати 3:1 чегарадан чиқмайдиган ҳолларда параллел ишлаши мумкин. Иккинчи ва учинчи шарт бузилса, параллел уланган трансформаторларнинг чулғамларида тенглаштирувчи тоқлар вужудга келади. Тўртинчи шарт бузилса, параллел уланган трансформаторлар ўртасида юклама уларнинг номинал қувватларига нисбатан пропорционал тақсимланмайди. Санаб ўтилган шартларга жавоб берадиган трансформаторларни параллел ишлашга улаш учун уларнинг қисмиларини тўғри маркаланганлигини паст кучланиш остида текшириб кўриш зарур. Бунинг учун уч фазали трансформаторнинг юқори кучланиш чулғами юлдуз усулида уланади (2-расм, *a* га қаранг), *ВУ* қисмаларига номинал фаза кучланишига нисбатан паст кучланишли бир фазали узгарувчан ток берилади, сўнгра трансформаторнинг қисмалари орасидаги $U_{БЙ}$, $e_{АХ}$, $e_{СЗ}$, $e_{АС}$, $U_{АБ}$ ва $U_{а_{ВС}}$ кучланиш ва $\varepsilon_{ЮК}$ лар вольтметр билан ўлчанади. В

фазанинг уртадаги стерженидан тўла магнит оқим, A ва C фазалар трансформаторининг чекка стерженларидан эса унинг ярми утади ва ҳамма фазалардаги ўрамлар сони бир хил. Шунинг учун вольтметр, агар унинг қисмалари тўғри маркаланган бўлса, AX ва CZ , қисмалар орасидаги кучланишни, яъни $B\dot{Y}$ чулғамга берилган кучланишнинг ярмига тенг бўлган кучланишнинг кўрсатади.



2-расм. Икки чулғамли уч фазали трансформатор чулғамлари қисмаларининг тўғри маркаланганлигини текшириш: a – юқори кучланиш, b – паст кучланиш.



3-расм. Иккита уч фазали трансформаторни улаш гуруҳларининг бир хиллигини текшириш.

Кучланиш и $U_{AB} = U_{BC} = 1,5 U_{B\bar{B}}$. Агар чулғамлар нотўғри маркаланган бўлса, вольтметрнинг кўрсатиши ЭЮК лар фарқи билан аниқланади, яъни $U_{AB} = 0,5 U_{B\bar{B}}$. 4 фазанинг маркаланишини ўзгартиш керак. Паст кучланиш чулғамларининг маркаланиши ҳар қайси фаза учун 2- расм, б да курсатилган схема асосида кетма-кет текширилади.

Иккита уч фазали трансформаторнинг чулғамини бириктириш гуруҳларининг бир хиллиги бу трансформаторларнинг бир исмли қисмалари орасидаги кучланишни ўлчаб текширилади (3- расм). Агар юлдуз—нолинчи нукта чиқарилган юлдуз усулида уланган иккита уч фазали трансформаторнинг бирламчи чулғамларини тармоққа улаб, нолинча нукталар эса бириктириб қўйилганда уларнинг бир хил исмли қисмалари орасидаги кучланиш нолга, ҳар хил исмли қисмалари орасидаги кучланишлар эса бир хил ва линия кучланишига тенг бўлганда трансформаторлар битта гуруҳга тегишли бўлади.

Битта трансформаторнинг барча фаза кучланишлари бошқа трансформаторнинг ҳар бир фаза кучланишига тенг бўлиши керак. Агар бундай тенглик бўлмаса, трансформаторлар ҳар хил гуруҳга тегишли бўлади ва уларни параллел ишлашга улаш мумкин эмас, чунки бунда вужудга келадиган тенглаштирувчи ток қисқа туташини токидан катта, яъни номинал токдан кўп марта катта бўлади.

Маълумки, саноат корхоналарининг электр таъминоти тизимининг асосий элементлари цех подстанциялари ва кабел йўллари ҳисобланади. Трансформаторларнинг қувватини нотўғри танлаш ва уларни бошқаришда йўл қўйиладиган камчиликлар туфайли корхонадаги исрофлар миқдориға сезиларли таъсир кўрсатади. Айниқса асосий камчиликлар трансформаторни қувватини нотўғри танлаш ва ўрнатиш ҳисобланади. Тақдим этилаётган мақолада ушбу камчиликларни бартараф этиш бўйича услубий тавсиялар ишлаб чиқиш масалалари кўрилади. Бу вазифани ҳал қилиш учун трансформаторларни салт ишлашини чеклаш ва кам юкланган

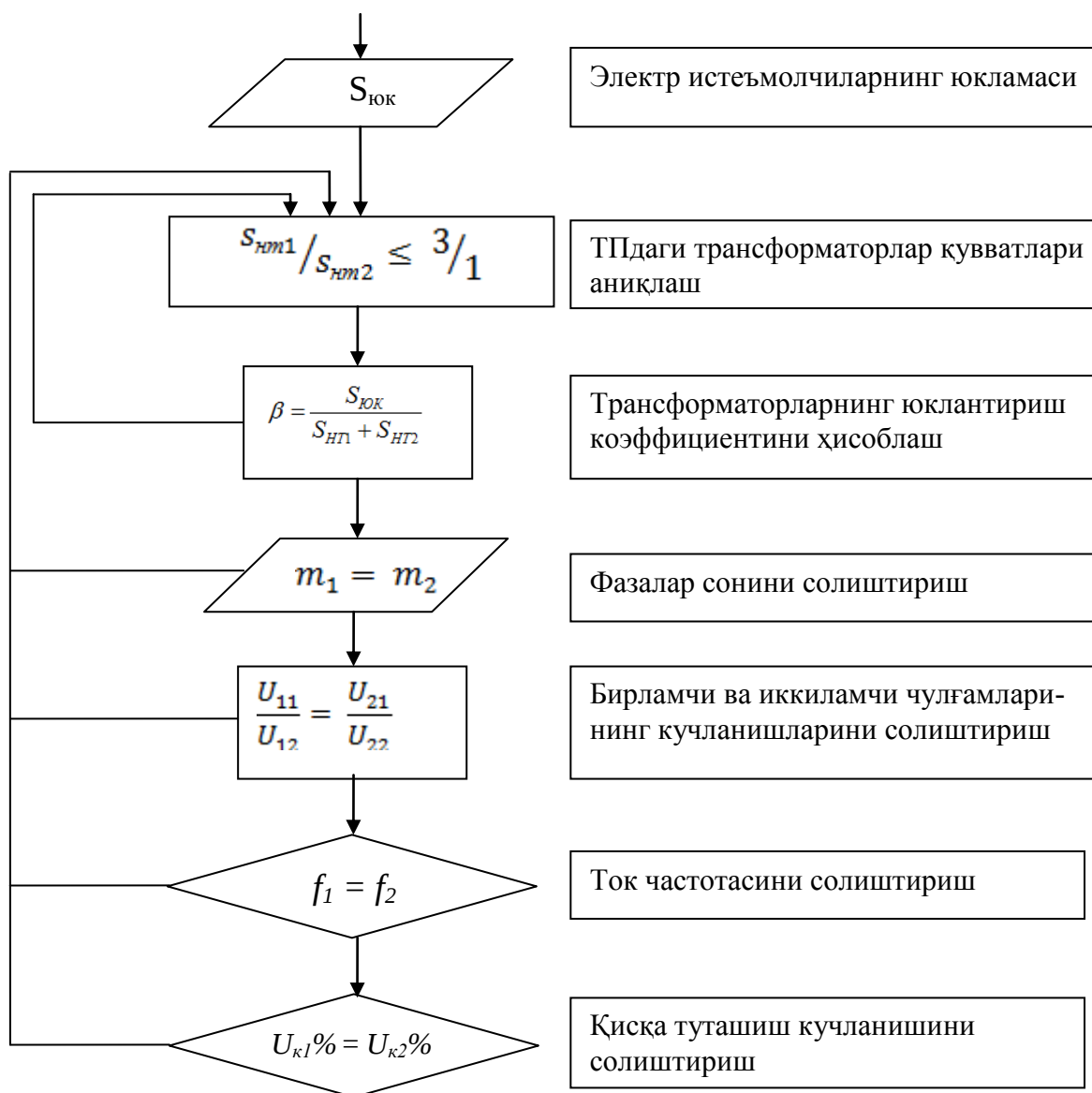
трансформаторларни бошка кичик қувватли трансформаторга алмаштириш ёки параллел ишловчи турли қувватли куч трансформаторларини танлаш кутилган натижани бериши мумкин. Биз параллел ишловчи турли қувватли куч трансформаторларини танлаш масалаларини кўриб чиқамиз. Бундан ташқари ҳисоблашлар тартибини катъий тартибга келтириш меъзонларни танлаш алгоритмини яратишни тақозо қилади.

Дастлаб корхонанинг захирадаги трансформаторларини сонидан ва цехларда қувват зичлигининг қандай тақсимланганлигидан келиб чиқиб подстанциядаги параллел ишловчи турли қувватли трансформаторларнинг номинал қуввати аниқланади. Электр истеъмолчиларнинг категориялари бўйича юклантириш коэффициентлари орқали танланади. Унга кўра 1-категория истеъмолчилари учун $\beta=0,65-0,75$, 2-категория учун $\beta=0,75-0,85$ ва 3-категория учун эса $\beta=0,85-0,95$ оралиқда бўлишига асосланиб Подстанциядаги трансформаторларнинг юклантириш коэффициентини кўйидаги ифодадан аниқланади:

$$\beta = \frac{S_{ЮК}}{S_{HT1} + S_{HT2} + \dots}$$

Сўнгра трансформаторларнинг номинал тўла қуввати 3:1 чегарадан чиқмайдиган $n = 2$ -подстанциядаги трансформаторлар сони(бу катталик кўпинча иккига тенг) топилади.

Ва ниҳоят трансформаторларнинг сони ва қувватлари танланганидан сўнг уларнинг фазалари сони бир хил, бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг кучланишлари ва бинобарин, кучланиш бўйича трансформация коэффициентлари ҳам бир хил бўлганда; чулғамларининг уланиш усуллари ва гуруҳлари; қиска туташтириш кучланиши бир хил (фарқи кўпи билан $\pm 10\%$ бўлишига йўл қўйилади); ток частотаси бир хил бўлганликлари инобатга олиниб трансформаторлар якуний танланади. 4-расмда трансформатор подстанцияларида параллел ишловчи турли қувватли куч трансформаторларини танлаш алгоритми кўрсатилган.



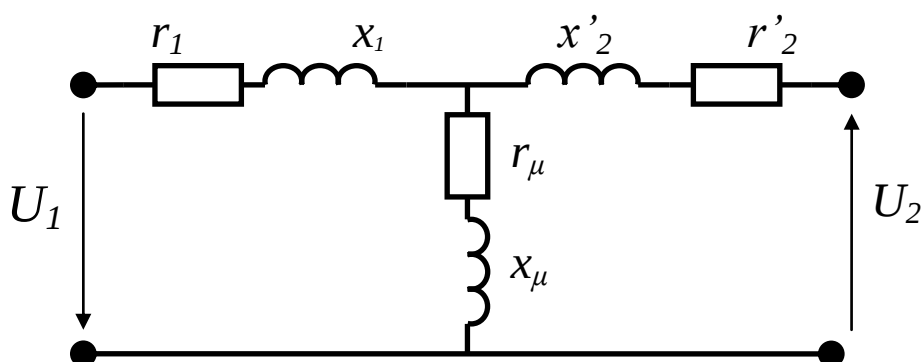
4-расм. Трансформатор подстанцияларида параллел ишловчи турли қувватли куч трансформаторларини танлаш алгоритми

Ҳозирги кунда жамият тараққиётининг объектив қонуниятлари меҳнатнинг энергия билан таъминланиш даражаси тинмай ўсиб боришини тақозо этади. Бунда техник тараққиётнинг кўпгина йўналишлари ишлаб чиқаришда энергиядан фойдаланишнинг самарадорлигини оширишга, яъни энергия тежамкорлигига қаратилгандир. Чиндан ҳам ҳозирги замон энергетика инқирози шароитида электр таъминот тизимига қўйилган қўшимча лекин ҳозирда энг муҳим функция энергия тежаш функцияси ҳам юклатилади. Бу масалаларни ҳал қилишда энергия тежаш бўйича автоматлаштирилган ахборот тизими бу масалаларни илмий асосда ҳал

қилиш имконини яратади. Ҳар бир қарор компьютер дастурларида таҳлилий натижалар билан текшириб кўрилади. Электр энергиясини тежаш муаммоларини ҳал этишнинг самарали йўлларида бири электр энергияси реал истемолини кўрсатувчи тезкор мониторинг хизматини ташкил этишда муҳим натижалар ҳисобланади. Бу вазифани ҳал қилиш учун трансформатор подстанцияларида параллел ишловчи турли қувватли куч трансформаторларини танлаш электр таъминотини оптималлаштиришни таъминлади.

5. Кам юкланган трансформаторларнинг электр характеристикалари

Трансформаторларнинг иш режимини батафсил кўриб чиқамиз. Салт юриш режасида иккиламчи чўлғамнинг токи нолга тенг, лекин бирламчи чўлғамдаги ток нолга баравар бўлмайди. Иккиламчи чўлғам узилган ҳолда бирламчи чўлғамнинг токи салт юриш токи дейилади ва I_c билан белгиланади. Трансформаторнинг техникавий тавсифида, салт юриш токининг бирламчи чўлғам кучланиши номинал қийматига тенг бўлган қиймати берилади. Салт юриш токининг қиймати (2-10%) I_H ташкил этади. Салт юриш режимидаги қувват исрофи пўлат ўзагидек исрофни англатади. Бу исроф ўзакдаги ўюрмавий тоқлар ва қайта магнитланиш жараёнида вужудга келган қувват исрофидир. Бу исроф P_0 ҳарфи билан белгиланади ва пўлат исрофи номи билан юритилади. Трансформаторнинг ишлаши учун керакли бир қатор катталиқлар, салт юриш токи ва пўлат исрофи орқали ҳисобланади. Шу сабабли бу иккала катталик трансформаторнинг техникавий-тавсифида албатта берилади. Трансформаторларнинг салт юриш қуввати исрофи номинал қувватни (0,2-0,8%) ташкил этади. Бирламчи ва иккиламчи чўлғамларнинг магнит боғлиқлигини кучайтириш мақсадида трансформаторнинг ўзаги ферромагнит пўлатдан ясалади.



5-расм. Трансформаторнинг келтирилган схемаси.

Уюрмавий тоқларни камайитириш мақсадида ўзак тунукасимон

варақлардан тузилган бўлиб, бу варақлар бир-биридан электр токини ўтказмайдиган модда билан ажратилган.

Бирламчи чўлғам учун трансформаторнинг салт юриш режимининг электр мувозанат тенгламасини ёзамиз.

$$U_1 = E_1 + i_0 r_{01} + j I_0 X_{01}$$

бунда

r_{01} , X_{01} – мос равишда, трансформаторнинг актив ва индуктив сочилиш қаршиликлари.

I_0 – салт юриш токи.

Трансформатор салт ишлаганида у тармоқдан истеъмол қиладиган қувват пўлатда исроф бўлади (қайта магнитланиш ва уюрма тоқлардаги қувват исрофи). Салт ишлаш токининг, трансформатор истеъмол қиладиган қувватнинг ва қувват коеффисиентининг бирламчи чўлғамга берилган кучланишга борғлиқлиги салт ишлаш ҳарактеристикаси дейилади. Салт ишлаш тажрибаси трансформатор пўлатининг ҳолатини аниқлашга имкон беради. Агар салт ишлаш вақтида қувват исрофи нормал исрофдан анча ортиқ бўлса, бундай трансформаторда магнит ўтказгич бузилган бўлади.

Трансформаторнинг юкланган, яъни истеъмолчи уланган режимини кўриб чиқайлик. Бу режамда бирламчи ва иккиламчи чўлғамларнинг электр мувозанат тенгламаларини Кирхгофнинг иккинчи қондасига асосан ёзамиз:

$$E_1 = -U_1 + I_1 \cdot Z_1$$

$$E_2 = U_2 + I_2 \cdot Z_2$$

Бу тенгламаларда $Z_1 = r_1 + jX_1$ ва $Z_2 = r_2 + jX_2$

бунда

R_1 ва R_2 - мос равишда бирламчи ва иккиламчи чўлғамларнинг актив қаршиликлари.

X_1 ва X_2 – мос равишда бирламчи ва иккиламчи чўлғамларнинг сочилиш магнит оқимини сочилишига тавсифловчи индуктив каршиликлар.

U_2 - истеъмолчининг кучланиши.

Чўлғамлардаги кучланиш пасайишилари $I_1 Z_1$ ва $I_2 Z_2$ бирламчи ва иккиламчи кучланишларининг бир неча фоизни ташкил қилгани туфайли, бу кучланиш пасайиши ҳисобга олинмаса бўлади. Демак, юқоридаги тенгламаларни қуйидаги ёзиш мумкин:

Трансформаторнинг бирламчи чўлғами уланган электр тармоқнинг кучланиши ва частотаси ўзгармас катталиқ бўлганда:

$$\Phi_m = \frac{U_1}{4,44 f W_2}$$

яъни, ўзақдаги асосий магнит оқим истеъмолчининг токига боғлиқ бўлмай, бирламчи чўлғамнинг кучланиши билан аниқланади. Демак, салт юриш режимидаги магнит оқим ва трансформатор юкланган режимидаги магнит оқимларни тенглаштириб олсак бўлади.

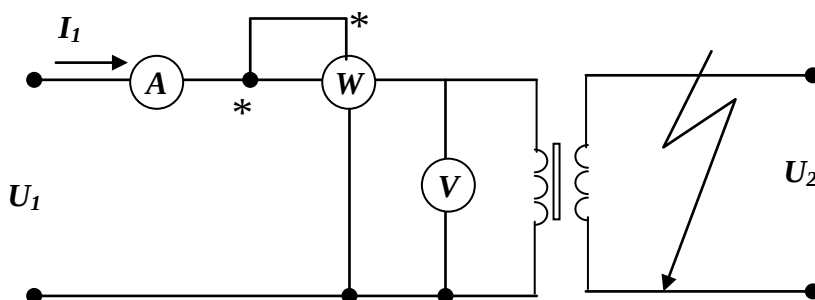
Иккиламчи чўлғамнинг электр мувозанат тенгламасини бир қатор алгебрик алмашишларидан қуйидаги тенгламани ҳосил қиламиз:

$$U_2 = E_2 - I_2 \cdot I_2 - f I_2 + X_2$$

$$U_2 = K \cdot U_1 \quad E_2 = K E_1 \quad I_2 = \frac{I_1}{K}$$

$$r_2 = K^2 r_1, \quad X_2 = K^2 X_1, \quad Z_2 = K^2 Z_1$$

Бу муносабатлар иккиламчи чўлғамни ҳарактерловчи катталикларнинг бирламчи чўлғамга келтирилган қийматларини билдиради.



Энди трансформаторнинг қисқа туташ режимини кўриб чиқамиз. Бу режимда трансформаторнинг иккиламчи чўлғами қисқа туталган бўлиб, унинг тўла комплекс қаршилиги Z_{uct} нолга тенгдир.

Иккиламчи чўлғам қисқа туташган ҳолда, шу чўлғамдан оқаётган ток номинал қийматга эга бўлган бирламчи чўлғам кучланиш қийматини. Қисқа туташ кучланиши трансформаторнинг асосий белгиланади. Қисқа туташ кучланиши трансформаторнинг асосий техникавий характеристикаларидан биридир ва бирламчи кучланишнинг номинал қийматини (5-15%) ташкил қилади. Умуман олганда қисқа туташ режими, бу авария (шикастланиш) режими бўлиб, бунда ток номинал қийматга нисбатан 10-20 марта ошиб кетади. Лекин трансформаторнинг қувват исрофини ва бошқа бир қатор трансформаторнинг ишлатиш учун керак катталикларни ҳисоблаш учун, қисқа туташ режимининг кучланиши ва бу режимдаги қувват исрофи албатта керак. Бу режимда иккила чўлғамдаги тоklar номинал катталигига тенг бўлгани учун ваттметр ўлчаб олинadиган қувват, чўлғам ўрамларининг қизитишига сарфланган исроф қувватидир.

Ўрамлар мис симлардан бажарилгани туфайли бу исрофни трансформаторнинг мисдаги исрофи дейилади ва бу катталик трансформаторнинг номинал қувватини (1-3%) ташкил қилади ва қуйидаги формула асосида аниқланиши мумкин.

$$P_M = I^2 \cdot R_{ist}$$

Қисқа туташув тажрибасини ўтказиш учун трансформаторнинг бирламчи чулғамига шундай пасайтирилган кучланиш бериладики, бу кучланиш таъсирида қисқа туташтирилган иккиламчи чулғамдан номинал ток ўтади. Бунда агар ваттметр қувват исрофининг номинал исрофдан ортиқлигини кўрсада, трансформаторнинг чулғами бузилган бўлади. Истеъмол қилинадиган ток, қувват ва қувват коэффициентининг келтирилган кучланишга боғлиқлиги (иккиламчи чулғам қисқа туташтирилган ҳолда) қисқа туташув характеристикаси дейилади. Қисқа

туташув тажрибаси натижасида трансформатор чулғамларидаги электр қувват исрофи аниқланади.

Агар икки чулғамли бир фазали учта бир хил куч трансформаторларининг бирламчи чулғамлари юлдуз усулида, уларнинг чиқишлари эса ўзгарувчан ток уч фазали системасига уланса, уч фазали трансформаторлар гуруҳи ҳосил бўлади. 7 - расм, а да бирламчи ва иккиламчи чулғамлари юлдуз усулида уланган учта бир фазали трансформаторни улаш схемаси, 7-расм, б да эса вектор диаграммалари кўрсатилган. Линия кучланишлари U_{AB} , U_{BC} ва U_{CA} фаза кучланишлари U_{AX} , U_{BY} ва U_{CZ} дан $\sqrt{3}$ марта (1,73 марта) катта. Иккиламчи чулғам кучланишлари ҳам шундай нисбатда. Келтирилган бу улаш схемаси 0 гуруҳга тегишли, чунки бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг линия эЮКлари орасидаги фаза бўйича силжиш нолга тенг. Бундай схеманинг шартли белгиси:

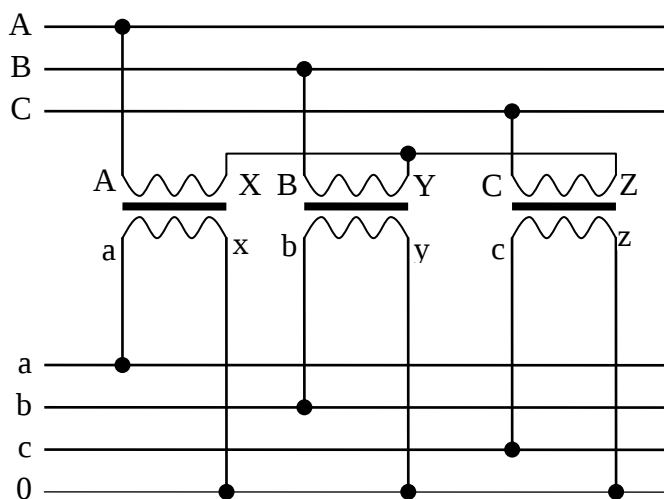
$$Y/Y-0.$$

Учта бир фазали трансформаторнинг чулғамларини учбурчак усулида (7-расм) ҳам улаш мумкин, бунда бирламчи чулғамлар юлдуз усулида, иккиламчи чулғамлар эса учбурчак усулида уланади, уланиш гуруҳи 11, чунки иккламчи эЮК векторлари бирламчи эЮК векторларига нисбатан 330° ($11\pi/6$ радиан) бурчакка бурилган. Иккиламчи чулғамда линия кучланиши фаза кучланишига тенг. Бундай схеманинг шартли белгиси: Й/Δ - 11. Чулғамлар бошқача уланиши ҳам мумкин.

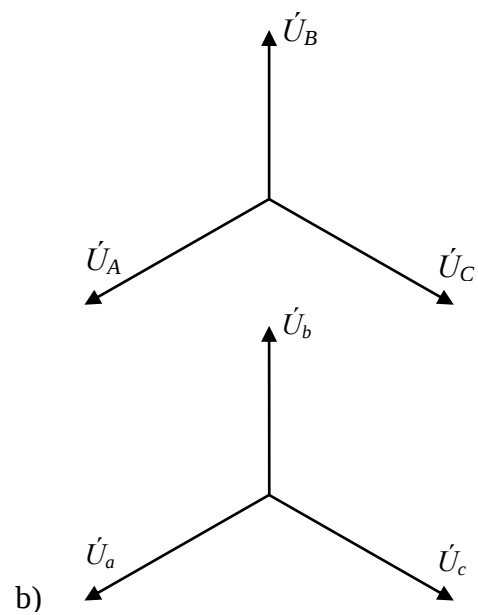
Бир хил қувватли учта бир фазали трансформатордан учала трансформатор қувватларининг йиғиндиси 3 тенг бўлган уч фазали ток қуввати олиш мумкин:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 3 \cdot S_1 = 3U_\phi \cdot I_\phi,$$

бунда $S_1 = S_2 = S_3$ — ҳар қайси трансформаторнинг тўла қуввати, Вт; U_ϕ — фаза кучланиши, В; I_ϕ — фаза токи, А. Учта трансформаторнинг умумий қуввати бу трансформаторларнинг чулғамлари ҳар қандай схемада

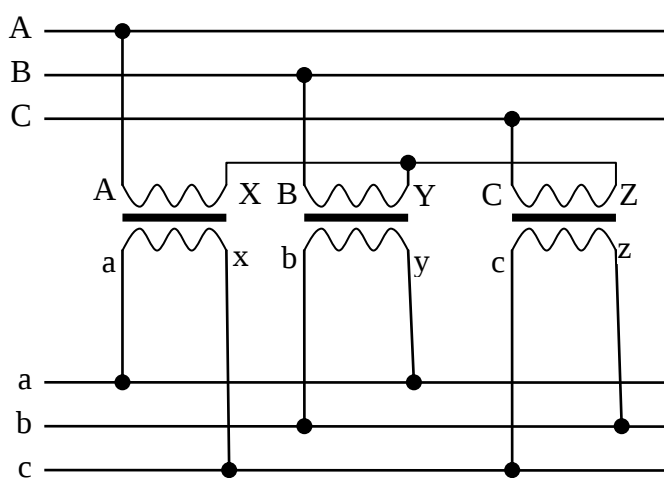


a)

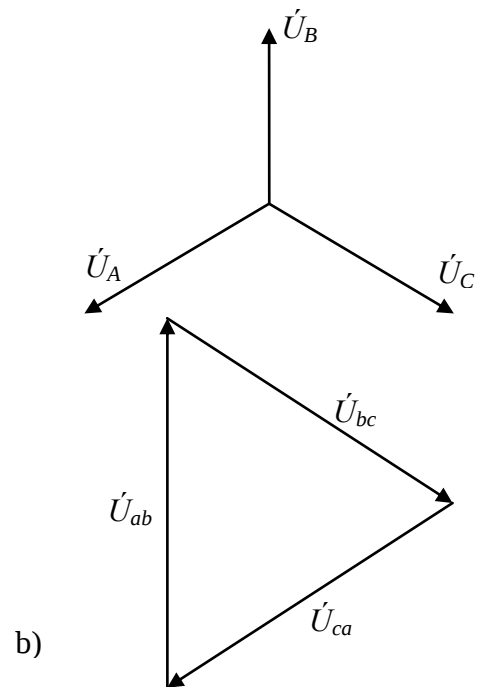


b)

7-рaсм. Учта бир фазали куч трансформаторини уч фазали ток тармоғига, юлдуз—нолинчи нукта чиқарилган юлдуз схемада улаш: а—улаш схемаси, б—вектор диаграммалари.



a)



b)

8-рaсм. Учта бир фазали куч трансформаторини уч фазали ток тармоғига юлдуз—учбурчак схемада улаш: а—улаш схемаси, б—вектор диаграммалари.

уланганда ҳам қувватлар йиғиндисига тенг. Агар иккита бир фазали трансформатор олиб, уларни уч фазали ток тармоғига -расмда кўрсатилган схемадагидек уласак, бу трансформаторларнинг иккиламчи томонида уч фазали симметрик система ҳосил бўлади. Бундай улаш очик учбурчак усулида улаш дейилади.

Листавий трансформатор пўлатдан йиғилган уч стерженли магнит ўтказгич ва олтита чулғам: учта юқори (уч фазали системанинг фазалари сонига қараб) ва учта паст кучланиш чулғамлари уч стерженли уч фазали трансформатор (8- расм) нинг асосий қисмлари ҳисобланади. Ҳар қайси стерженда иккита чулғам—бирламчи ва иккиламчи чулғамлар жойлашган. Икки чулғамли уч фазали куч трансформаторлари учун чулғамларни бириктиришнинг қуйидаги асосий схемалари ва гуруҳлари белгиланган; юлдуз—нолинчи нуқта чиқарилган юлдуз, юлдуз—учбурчак, нолинчи нуқта чиқарилган юлдуз—учбурчак ва учбурчак нолинчи нуқта чиқарилган юлдуз.

Чулғамларни юлдуз—нолинчи нуқта чиқарилган юлдуз усулида улаш схемасининг гуруҳи 0, яъни битта фазанинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларн эЮКларининг векторлари орасидаги силжиш бурчаги нолга тенг, қолган схемалар эса 11 гуруҳга тегишли, яъни ўша фазанинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари эЮКларининг секторлари орасидаги силжиш бурчаги 330° га тенг.

Уч фазали трансформаторнинг номинал қуввати

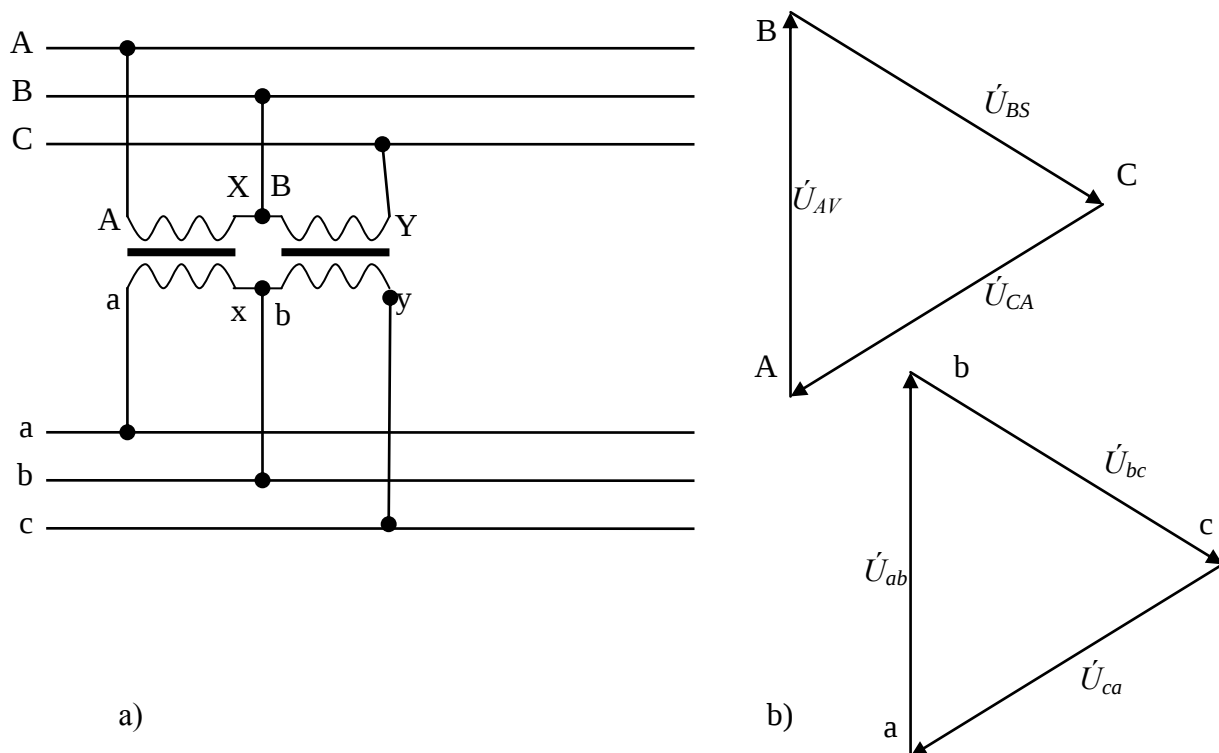
$$S = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} ,$$

актив қуввати эса

$$P_H = 3 \cdot U_{\phi_n} I_{\phi_n} \cos \varphi$$

ёки

$$P_H = \sqrt{3} U_{л_n} \cdot I_{л_n} \cos \varphi.$$



9-расм. Иккита бир фазали трансформаторни очик учбурчак усулида улаш: а– схемаси, б – вектор диаграммалари.

Иккиламчи чулғами нолинчи нуқта чиқариб юлдуз схемасида уланган уч фазали трансформаторга электр энергиянинг икки хил кучланишга—линия кучланиши билан фаза кучланишига мўлжалланган истеъмолчиларни улаш мумкин; масалан, иккиламчи фаза кучланиши 127 В бўлган ва нолинчи нуқта чиқариб юлдуз схемада уланган уч фазали трансформаторга 127 ва 220 В га мўлжалланган чўғланма электр лампаларни мос равишда фаза кучланишига (127 В га) ва линия кучланишига (220 В га) улаш мумкин.

Бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг эЮК лари орасида фаза бўйича силжиш бўлади. Бу фаза бўйича силжиш шартли равишда трансформатор гуруҳи билан белгиланади. Параллел ишлаш учун уч фазали трансформаторларнинг бир хил гуруҳга тегишлиларинигина улаш мумкин.

Трансформаторнинг кучланишнинг фоиз ҳисобидаги исрофининг юкламага боғлиқлигининг қувват коэффицентиға боғлиқлик графикларини

тузамиз. Мисол учун саноат корхонасининг бош ишлаб чиқариш биносини электр энергия билан таъминловчи цех трансформатор подстанциясида иккита 1000 кВА қувватли трансформаторлар ўрнатилган. Шу юқори ва паст кучланиш чулғамларининг фаза, линия кучланишлари тоқлари ва трансформация коэффициентини ҳисоблаймиз. Аввал трансформаторларнинг техник катталикларини маълумотномадан ёзиб оламиз:

$S_H=1000$ кВА – номинал (меъёрий) қуввати;

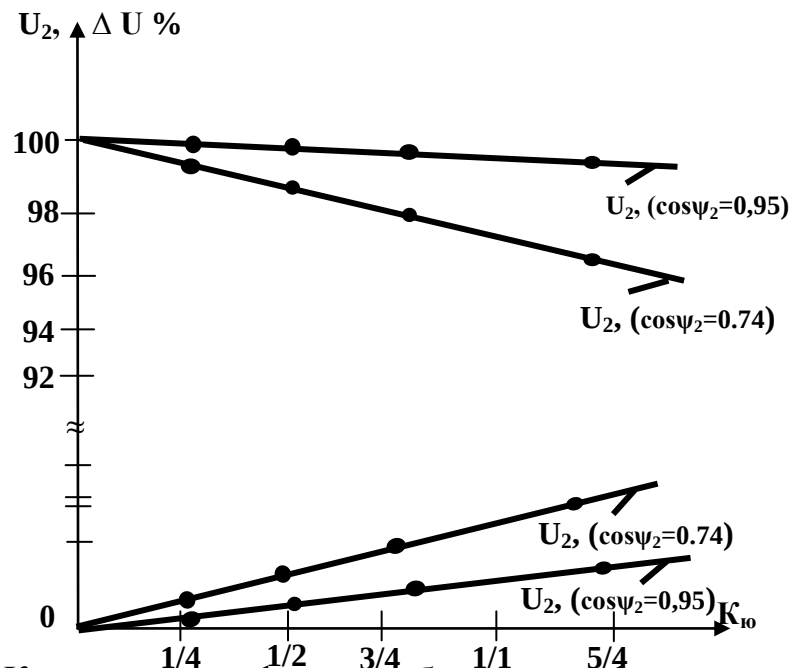
$$U_1/U_2=10/0,4 - \text{Бирламчи ва иккиламчи кучланиши [кВ];}$$

$\Delta P_k=0.88$ кВт – Қисқа туташ режими ёки чўлғамларнинг қувват
исрофи.

$\Delta P_x = 0.175$ кВТ – салт юриш ёки ўзакдаги кувват исрофи

$$I_0 = I_{c,0} = 3 \% - \text{салт юриш токи, меъёрий токдан фоиз ҳисобида.}$$

$U_k = 4,5 \%$ – қисқа туташ кучланиши, бирламчи чулғамнинг меъёрий кучланишидан фоиз ҳисобида.



9-расм. Кучланишнинг фоиз ҳисобидаги исрофининг юкламага

БОҒЛИКЛИГИНИНГ ҚУВВАТ КОЭФФИЦИЕНТИГА БОҒЛИКЛИК ГРАФИКЛАРИ

Трансформатор юкласига фойдали иш коэффициентини боғлиқлигини куриш учун куйидаги формуладан фойдаланамиз.

$$\eta = \frac{K_{yu} \cdot S_n \cdot \cos \varphi_2}{K_{yu} S_n \cdot \cos \varphi_2 + P'_{0n} + k_{yu}^2 P'_{qt}} = 1 - \frac{(P'_{0n} + k_{yu}^2 P'_{qt})}{K_{yu} S_n \cdot \cos \varphi_2 + P'_{0n} + k_{yu}^2 P'_{qt}}$$

Натижаларни 9-жадвалга ёзамиз.

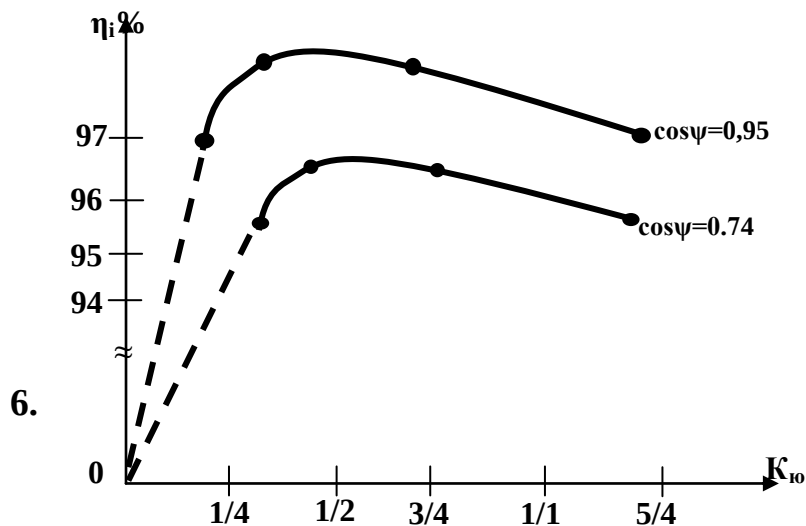
9-жадвал

K_{yu}	1/4	1/2	3/4	1/1	5/4
P'_{0n} Vt	175	175	175	175	175
$K_{yu}^2 P'_{qtn}$ Vt	55	220	495	880	1375
$\Sigma P' = P'_{0n} + K_{yu}^2 P'_{qtn}$	230	395	670	1055	1550
$\cos \varphi_2 =$ $\begin{cases} K_{yu} S_n \cos \varphi_2 & \text{kW} \\ K_{yu} \cos \varphi_2 + \Sigma P' & \text{kW} \\ \eta & \% \end{cases}$	10	20	30	40	50
	10,230	20,395	30,670	41,055	51,550
	99,9	98,1	97,8	97,4	96,9
$\cos \varphi_2 = 0,7$ $\begin{cases} K_{yu} S_n \cos \varphi_2 & \text{kW} \\ K_{yu} S_n \cos \varphi_2 + \Sigma P' & \text{kW} \\ \eta & \% \end{cases}$	7	14	21	28	35
	7,230	14,395	21,67	29,055	36,55
	96,8	97,3	96,9	96,4	95,8

Фойдали иш коэффициенти максимал бўлганда кувватни аниқлаймиз.

$$K_{yu} = \sqrt{\frac{P'_{0n}}{P'_{qt}}} = \sqrt{\frac{175}{880}} = 0,446; P_2 = K_{yu} \cdot S_n = 0,446 \cdot 40 = 17,84 \text{ kV} \cdot \text{A}.$$

Фойдали иш коэффициентининг юкламага боғлиқлик графиги куйидаги расмда келтирилган.



Трансформатор нимстанцияларда реактив қувватни коплаш қурилмаларини уланиш схемаларининг таҳлили.

Куч трансформаторларида электр энергияси исрофларини камайтиришни яна бир воситаси қувват коэффицентини ошириш ҳисобланади. Энерготизимда истеъмол қилинадиган реактив қувватнинг 30 % дан ортиқроғини трансформаторларга тўғри келади. Бу қувватнинг 80 % трансформаторларнинг салт ишлашига тўғри келади. Шунинг учун, одатда кам юкланган кичик қувватли трансформаторларга алмаштирилади ёки коповчи ускуналар қўлланилади. Коповчи ускуналар сифатида кўпинча статик конденсаторлар батареяси қўлланилади. Улар ихчам, кам исрофли ва ҳоҳлаган қувватни ҳосил қилиш мумкин бўлгани учун кенг қўлланилади. Коповчи ускуналар уч хил усулда қўлланилади: индивидуал: бунда коповчи ускуна истеъмолчи (мотор)га бевосита уланади. Гуруҳли: бунда истеъмолчилар гуруҳига тақсимлаш пунктига уланади. Марказлашган: бунда коповчи ускуналар юқори кучланишли тақсимлаш ускунаси ёки трансформатор подстанциясига ўрнатилади. Паст тақсимлаш ускунасига улаш усули кенг тарқалган.

Қоплаш ускунаси юклamani реактив қувват билан таъминлаб, КЙ ва трансформатордан меъёрий қувват коэффицентини билан қувват оқишини таъминлайди. Бунда трансформаторда камаядиган қувват исрофини қуйидагича аниқлаш мумкин:

Трансформатордаги қувват исрофини камайишини кўриб чиқамиз.
Реактив қувват қопланмаган трансформатордаги қувват исрофи:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0)$$

Бу ерда:

$$\beta^2 = \frac{S_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} \quad \text{бўлади.}$$

Реактив қувват қоплангандан кейин юкланиш коэффицентини квадрати қуйидагига тенг бўлади:

$$\beta_{\kappa\gamma}^2 = \frac{P_{\text{ю}}^2 + (Q_{\text{ю}} - Q_{\kappa\gamma})^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} - \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} + Q_{\kappa\gamma}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2}$$

Трансформатордаги қувват исрофининг камайиши:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) - n \cdot (\Delta P_{\kappa} \cdot \beta_{\kappa\gamma}^2 + \Delta P_0) = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot (\beta^2 - \beta_{\kappa\gamma}^2)$$

бу ерда:

$$\beta^2 - \beta_{\kappa\gamma}^2 = \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} - \frac{P_{\text{ю}}^2 + Q_{\text{ю}}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} + \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} - Q_{\kappa\gamma}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} = \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} - Q_{\kappa\gamma}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} \text{ бўлади ва қувват}$$

исрофининг камайиши қуйидаги ифодадан топилади:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot (\beta^2 - \beta_{\kappa\gamma}^2) = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} - Q_{\kappa\gamma}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2}$$

Трансформатордаги камаядиган энергия исрофи:

$$\Delta W_{mp} = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} - Q_{\kappa\gamma}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} \cdot \tau$$

Энергия исрофини нархи:

$$\Delta U_{mp} = n \cdot \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} - Q_{\kappa\gamma}^2}{n^2 \cdot S_{\text{нм}}^2} \cdot m$$

Реактив қувватни қоплаш ускунасининг йиллик келтирилган харажатлари:

$$Z_{\kappa\gamma} = e_n \cdot K_{\kappa\gamma} + p_0 \cdot Q_{\kappa\gamma} \cdot m = e_n \cdot c_0 \cdot Q_{\kappa\gamma} + p_0 \cdot Q_{\kappa\gamma} \cdot m = (e_n \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot Q_{\kappa\gamma}$$

бу ерда: $K_{\kappa\gamma}$ -қоплаш ускунаси капитал харажатлари (нархи), минг.сўм ; E_n -йиллик ажратмаларнинг умумий коэффиценти; p_0 -қоплаш ускунасининг солиштирма қувват исрофи, кВт/кВар; c_0 -қоплаш ускунасининг солиштирма нархи, минг сўм/кВар.

Умумий йиллик иқтисодий самара:

$$\Delta Z = \Delta U_{\kappa\gamma} - Z_{\kappa\gamma} = \left(\frac{R_0 \cdot I}{U^2} + \frac{\Delta P_{\kappa}}{n \cdot S_{\text{нм}}^2} \right) \cdot (2 \cdot Q_{\text{ю}} \cdot Q_{\kappa\gamma} - Q_{\kappa\gamma}^2) \cdot m - (e_n \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot Q_{\kappa\gamma}$$

Бундан ташқари, реактив қувватни қоплаш истеъмолчиларга бериладиган кучланишни оширади ва сифатини яхшилайти, электр тармоқларни ўтқа зиш қобилятини яхшилайти.

Реактив қувват тўла равишда линия бошидаги манба энерготизимнинг подстанциясидан олинади деб фараз қилинади. Линия охирида (корхонада) қуввати Q_k бўлган маҳаллий реактив қувват манбалари ўрнатилганда тўла қувват ва ток қуйидагича бўлиши мумкин

$$S' = \sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}$$

$$I' = \frac{\sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

бу ерда Q_k - Компенсациялаш 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 камаяди ёки ўтказиш қобилияти ортади, линиядаги реактив қувват узатишда ҳосил бўладиган қўшимча актив қувват йўқотишлари камаяди.

Реактив қувват истеъмолини камайтириш усуллари.

Корхона ва цехлар бўйича тизимдан олинadиган реактив қувват истеъмолини камайтириш учун кучланиши 1000 гача ва 1000 дан юқори конденсатор батареялари (КБ), юқори кучланишли синхрон двигател-лар (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 Компенсациялаш 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 Компенсациялаш тадбирлари.

Шу тадбирларини кўриб чиқамиз :

1) Механизм ёки станокдаги асинхрон двигателнинг салт юриш вақтини чеклаш. Чунки, АД салт юрганда асосан реактив қувватни истехмол қилади ва унинг қувват коэффиценти $\cos\varphi$ кичик қийматга эга. Шунинг учун салт юриш вақти 10 секунддан ортиқ бўлган двигателни тармоқдан автоматик узувчи мослама ўрнатилади.

2) Механизм конструкцияси имкон берса, юклаш коэффиценти кичик бўлган АД ларни кичикрок қувватли двигателга алмаштириш.

Бунда двигателнинг юкланиш коэффиценти $K_{\text{ю}} < 0.45$ бўлса, катта қувватли двигателни кичик қувватлиси билан иқтисодий ҳисоблар бажармасдан алмаштириш мумкин. Агар $0.45 \leq K_{\text{ю}} < 0.7$ бўлса, техника - иқтисодий ҳисоблар асосида алмаштириш мумкин.

3) Кам юкланган АД ва СМ ларни статор чўлғам-ларига берадиган кучланишни камайтириши йўли билан реактив қувват истехмолини қисқартириш. Буни номинал кучланишда чўлғамлари учбурчак усулига уланадиган 4А сериясидаги двигателлар учун қўллаш мумкин.

4) Имкони борича доимий иш режимига эга механизмларда ўрнатилган АД ларни СМ лар билан алмаштириш (насослар, компрессорлар, вентилятор-лар). Чунки, СМ реактив қувватни истехмол қилмасдан, ўзи ишлаб сиқариб, тармоққа беришини мумкин.

5) Ўзгармас иш режимли механизмлар учун (катта қувватли насослар, компрессорлар, вентиляторлар учун) янгидан лойихалаш 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.

Компенсацияловчи қурилмалар.

Саноат корхоналарида реактив қувват манбалари сифатида конденсатор батареялари, синхрон двигателлар 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 конденсатор-лар, 20 - 35 кВ ли конденсатор батареяда 1 фазали конденсаторлар кетма-кет ва параллел уланиб, батарея хосил қилинади. Кучланиши 380 вольтли, 6 кВ ва 10 кВ ли конденсаторлар мавжуд. Улар минерал ёғ шими-тилган (КМ туридаги) ва синтетик суюқлик шими-тилган (КС) турида бўлади. 380 В ли конденсатор-ларнинг 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 паст кучланишли конденсатор-ларга қараганда арзонроқ.

Хозирги пайтда комплект конденсатор қурилма-лари (батареялари) ишлатилади. Уларнинг қуввати бир нечта поғонада ростланиши мумкин. Поғоналар сони 2-5 тагача бўлади. Лойихаларда 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 двигателларнинг қўзғотиш режимларини қўриб чиқамиз.

Агар СМ нинг қўзғотиш токи ўзининг номинал қиймати I_K дан кичик бўлса ($I_K < I_{KH}$), у АД сингари ишлаб, тармоқдан реактив қувватни истехмол қилади. Бу кам қўзғотиш режими дейилади.

$I_K = I_{KH}$ бўлса, СМ тармоқдан реактив қувват олмайди ва бермайди, бунда $\cos\varphi = 1$ га тенг бўлади.

$I_K > I_{KH}$ 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 қўшимча актив қувват йўқотишлари пайдо бўлади:

$$\Delta P_{cd} = \frac{D_1}{Q_H} \cdot Q + \frac{D_2}{Q_H^2} \cdot Q^2$$

бу ерда D_1, D_2 - Двигателнинг техник кўрсаткичларига боғлиқ бўлган солиштирма қувват йўқотишлари [кВт];

D_1/Q_H - [кВт/кВАр] ва D_2/Q_H^2 [кВт/кВАр²] - солиштирма қувват йўқотишлари маълумотномаларда берилади.

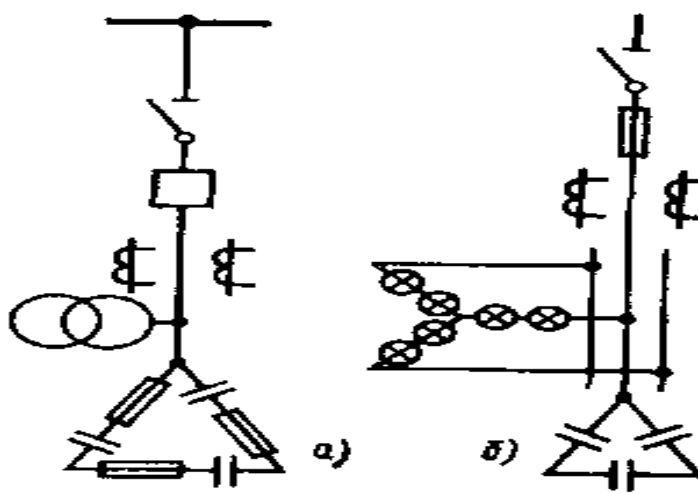
Q_H - Двигателнинг номинал реактив қуввати, кВАр (паспорт қиймати) ;

Q - Двигателдан олинаётган реактив қувват, кВАр;

СД дан олиниши мумкин бўлган энг катта реактив қувват куйидагича топилади:

$$Q_{CD} = \frac{\alpha_m \cdot P_H \cdot \operatorname{tg} \varphi_H}{\eta_H}$$

бу ерда P_H - двигателнинг номинал қуввати; α_m -1.1÷1.4 -двигател конструкциясига боғлиқ бўлган коэффициент, η_H - фойдали иш коэффициенти.

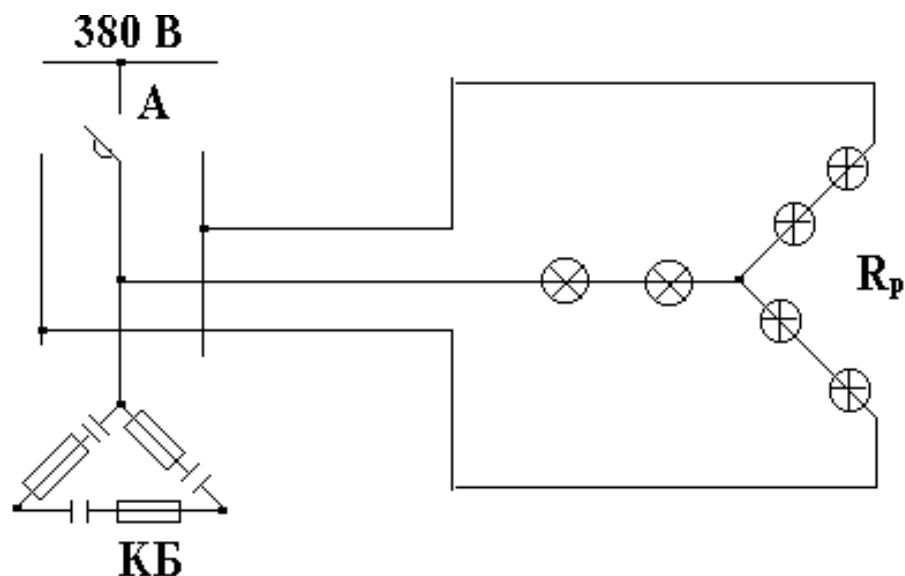


11 - расм. 6 - 10 кВ ли конденсатор батареяларининг уланиш схемалари.

СМ ни салт режимда ишлатиб, фақат реактив қувват манбаси сифатида қўллаш катта фойда келтирмайди, салт юрганда актив қувват йўқотиши кўп бўлади.

Конденсатор қурилмаларининг схемалари

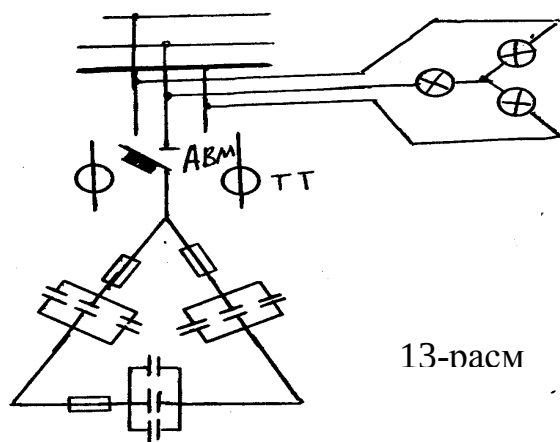
Конденсатор қурилмаларнинг схемаларини кўриб чиқамиз. 5-расмдаги а-схемада ЮК конденсатор батареясини узгич орқали уланиши келтирилган. Разрядлаш қаршилиги сифатида 2 та 1 фазали кучланиш трансформатори ишлатилади. б-схемада ПК кучланишли конденсатор батареясини уланиши кўрсатилган бўлиб, разряд қаршилиги сифатида чўғланма лампалар ишлатилган.



12 - расм. 380 В кучланишда марказлашган ўрнини қоплаш схемаси.

12-расмдаги марказлаштирилган ўрнини қоплаш схемаси келтирилган бўлиб, R_p сифатида чўғланма лампалар қўлланилган. Лампаларни юлдуз усулида ҳар бир фазага кетма-кет 2 тасини улаш улардаги кучланишни 110 В гача камайтириб, ишлаш муддатини оширади.

Қоплаш ускуналарининг қувватини аниклаш максимал режимини юкламаси бажарилади. Лекин суткали график бир текс эмас. Демак қоплаш ускуналарини, яъни реактив қувват ишлаб чиқариш кабинетини бошқариш имкониятига эга бўлиши лозим. Бу масалани қайси асосида бажарилиши мумкин, яъни реактив қувватни қоплаш воситалари қанақа?



13-расм

Реактив қувватни қоплаш ускунаси сифатида асосан икки хил ускуна қўлланилади.

Биринчи - статик конденсаторлар. Мўй қогозли конденсаторлар ҳар бир фазада бир-бировига параллел уланиб, фазалар эса узаро учбурчак

усулда уланади (Расм-13).

Хар бир фаза саклагич оркали шикастланиш режимидан химоя килинади. Статистик коплаш ускуналари 6-10 кВ ли ва 0,4 кВ кучланишларда ишлаб чиқарилади. Сифат корхоналарида кўпинча 0,4 кВ ли коплаш ускуналар ишлатилади. Улар алохида шкафларда қурилган бўлиб электр ўлчаш асбоблари ва сигимини ўзгартириш автоматик схемалари билан жиҳозланган.

Сигимни ўзгартириш ёки суткалик график функциясида ёки кучланиш функциясида бажарилади. Автоматик схема АВМ автоматик ўчиргичга таъсир қилиб, юкланма қамайганда фазалардаги сигимни қамайтиради ва тескари.

Сигимнинг электр майдонида қандайдир энергия жамғарилади. Шунинг учун КУ тармоқдан ажратган пайтда унинг бирданига ажратиш ўта кучлантириш ходисаси натижасида электр тешилиш хавфи тугилади. Шу ходисани олиш мақсадида, КУ тармоқдан ажратилган онда, у актив қаршилик ёки кучланиш трансформаторига уланади ва жамғарилган энергия актив қаршилик ёки кучланиш трансформаторининг чўлғамларига разрядлантиради.

Коплаш ускуналарининг иккинчи тури бу синхрон машиналарининг уйғунлаштириш режимида ишлаш. Электр машиналари фанидан маълумки, синхрон машиналари уйғотиш токига боғлиқ индуктив ёки сигим характерли реактив қувват ишлаб чиқариш қобилиятига эга.

Уйғониш токи маълум қийматгача синхрон машина индуктив характерга эга, реактив қувватлар қирим-чиким тенгламасининг унғ томонига мусбат ишора билан қиради, яъни синхрон машинаси реактив қувватни истеъмол қилади. агар уйғониш токи маълум қийматдан ошган С.М сигим характерга эга, реактив қувватлар қирим-чиким тенгламасининг унғ томонига, манфий ишора билан қиради, яъни С.М реактив қувват ишлаб чиқаради. Синхрон машинани айнан мана шу режимда ишлаши

реактив кувватни коплаш режимидир. С.С. коплаш ускунаси сифатида кам ишлатилади. Факат хўжалик тармоклари микёсида ишлатилади. Ўзбекистонда насос станцияларида айнан синхрон машиналари электр моторлар сифатида ишлатилади. Мана шу имкониятдан фойдаланиб кувват коэффицентини кўтариш катта иктисодий ютуқларга олиб келиши мумкин. Хозирги вақтда бу имкониятдан тўлиқ фойдаланмаяптилар. С.М ни статистик сигим коплаш ускуналарини техник-иктисодий кўрсаткичларни таккослаб кўрсак, куйидагиларни кайд килиш лозим:

1. Бир кВар ишлаб чиқарадиган реактив кувват:

Синхрон машиналар- 10,5 сум/кВар.

Статистик сигим коплаш ускунаси – 6,5 сум/кВАр

2. Коплаш ускуналари узи истеъмол қиладиган актив кувват:

Синхрон машиналар – $(1,33-3,2)\% \cdot Q_{\text{кy}}$

Статистик сигим коплаш ускунаси $0,5\% \cdot Q_{\text{кy}}$

Кўриниб турибдики С.М.ларни коплаш ускунаси сифатида ишлатиш ҳам қимматга тушади ҳам ўз актив кувват истеъмоли юқори. Шунинг учун саноат корхоналарда кўпинча статистик сигим коплаш ускуналари қўлланилади.

Агар саноат корхонасида 150-250 кВт ли компрессор ёки насос агрегатлари технологик талабларига мувофиқ мавжуд бўлса, бу агрегатларнинг эҳтиёж синхрон моторларни реактив куввати коплаш учун ишлатиш иктисодий нуқтаи назардан қулай тушади.

С.М.лари коплаш ускунаси сифатида ишлатишнинг яна бир устунлиги шундаки, буларни реактив кувватини бошқариш осон ва қулай.

Электр станцияларда синхрон генераторлар меъёрий юкламада юқори кувват коэффицентини ($\cos\varphi$) билан ишлайди, яъни нисбатан катта бўлмаган реактив кувват ишлаб чиқаради, уни истеъмоли эса электр станцияларни параллел ишлашдаги статик турғунлиги билан чегараланган.

Ҳозирги замон юқори ва ўта юқори электр узатиш линияларидаги узатилаётган актив қувват (P) ме'ёрдан (P_m) кичик бўлганда катта қувватли бошқарилмайдиган генератор ҳисобланади. Реактив қувват генераторлари-синхрон компенсаторлар эса уни истеъмолчисидир. Ҳозирда тиристорли қурилмалар билан узуксиз бошқариладиган реакторли ва реактор-конденсаторли реактив қувват статик компенсаторлари (СК) яратилган. Улар электр станция шиналарига ва электр узатиш магистрал линияларига уланади.

Бошқариладиган реактив қувват қурилмалари (манбалари) яъни, синхрон ва статик компенсаторлар қуйидагиларни таъминлайди:

- Кучланиш ва реактив қувват бўйича электр узатишда талаб этиладиган иш режимлари;
- Узатилаётган актив қувватни юқори чегарадаги статик ва динамик турғунлиги;
- Электр узатишни тўла фазали бўлмаган иш режимида ҳам кучланиш ва токни симметриклиги;
- Линияларда (коммутация) ўта кучланишни олдини олиш.

Электр станциялар ва тақсимлаш подстанцияларидаги алоҳида куч трансформаторлари ва автотрансформаторлар юклама остида кучланишни ростловчи-трансформациялаш коэффитциентини ўзгартирувчи қурилмалар билан жихозланади. Бундай қурилмаларга электро энергетика объектлари реактив қувватини ростловчи ва трансформатсиялаш коэффицентини бошқарувчи ростлагичлар киради. Улар ёрдамида реактив қувват оқими ва шиналардаги кучланишларни меъёрий даражада бўлиши таъминланади.

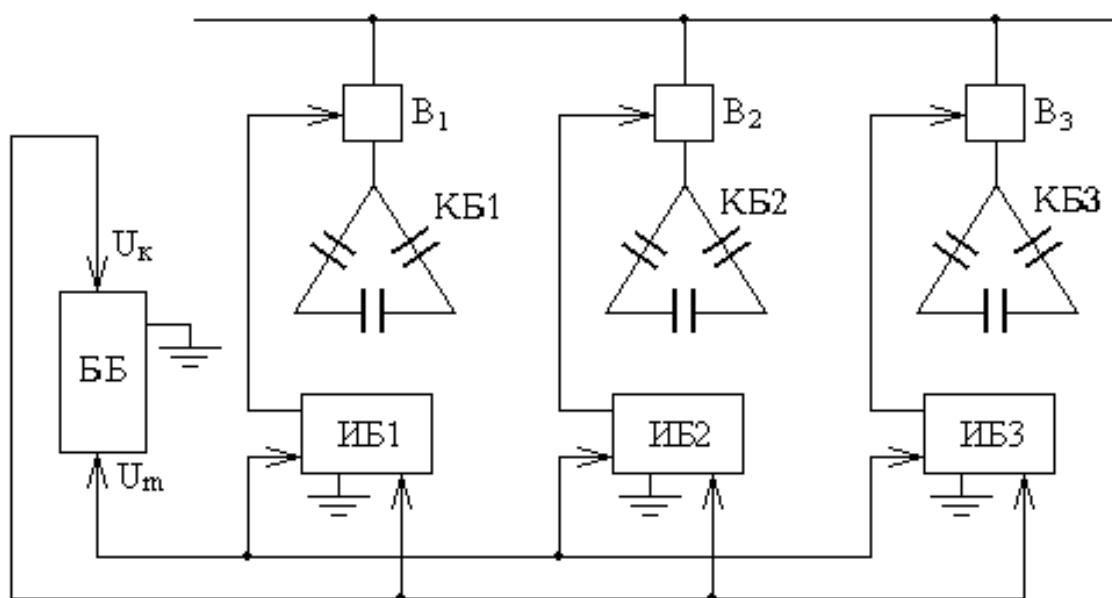
Синхрон компенсаторлар-анъанавий реактив қувват генератори ҳисобланади ва электр энергетикаси тизимида кенг қўлланилади. Синхрон компенсаторни иш режими, яъни реактив қувватни узатиши ёки истеъмол қилиши уни қўзғатишга асосланган.

Синхрон компенсатор номинал токда қўзғатилганда реактив қувват беради, қўзғатиш токи бўлмаганда эса реактив қувват истеъмол қилади.

Қўзғатиш токи синхрон компенсаторнинг қўзғатишни автоматик ростлаш қурилмалари билан бошқарилади. Синхрон компенсаторларни электр машинали қўзғатиш қурилмалари модификацияси (асосан тиристорли чўткасиз қўзғатишли) амалда кенг қўлланилади.

Реактив қувватни автоматик компенсациялаш, яъни қувват коэффитциентини ошириш ишлаб чиқаришда конденсатор батареялари (КБ) ёрдамида ҳам амалга оширилади. Ишлаб чиқаришда реактив қувватга бўлган талаб кун давомида ўзгариб туради, шунинг учун реактив қувватни автоматик равишда ростлаб турилмаса кучланишни камайиб ёки ортиб кетишига, натижада баъзи қурилмаларни ишдан чиқишига олиб келади.

Қуйидаги расмда реактив қувватни автоматик компенсациялашни блок схемаси келтирилган.



14-расм. Реактив қувватни кўп поғонали автоматик бошқариш схемаси.

Кучланишга боғлиқ холда КБ қувватини автоматик ростлаш максимал ва минимал кучланиш релелари ёрдамида амалга оширилади. Юклamani камайиши кучланишни ошишига олиб келади, натижада

максимал кучланиш релеси КБ ни бир қисмини узиб қўяди. Кучланиш камайганда эса минимал кучланиш релеси КБ ни яна улаб қўяди. Қисқа вақт давомида содир бўладиган кучланишни ўзгаришини (ёлғон сигналлар) сезмаслик учун КБ ни бошқаришда вақт релеларидан фойдаланилади.

Бу қурилма ўзгарувчан ток занжирларида КБ қувватини кўп поғонали бошқаришга асосланган. Кўп поғонали бошқариш бир поғонали бошқаришга нисбатан сезгир ҳисобланади.

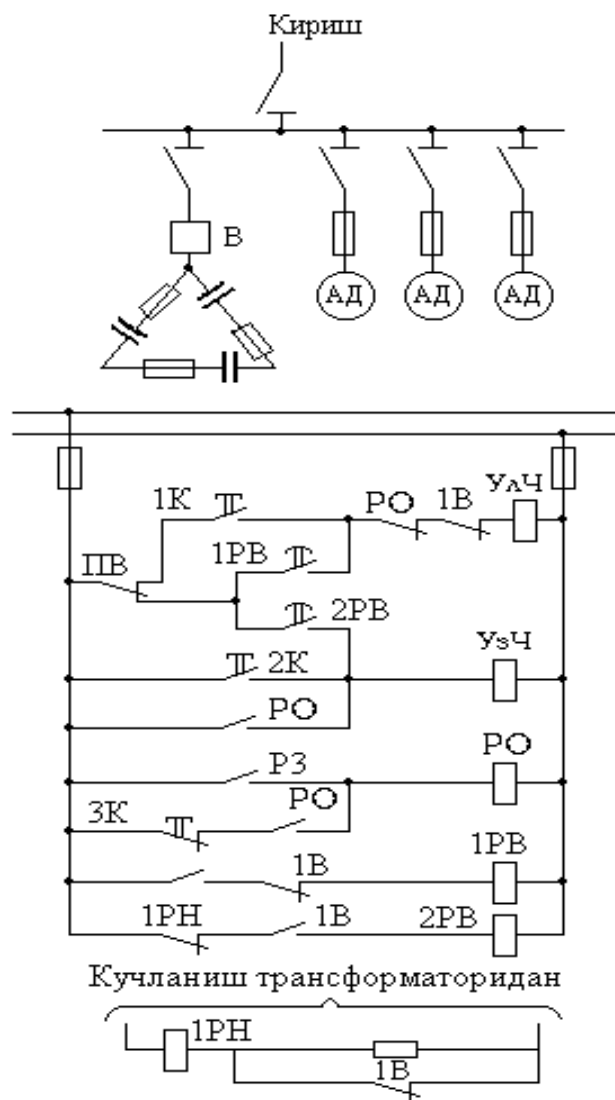
Бу қурилма буюрувчи (ББ) ва ижро блоклари (ИБ) дан тузилган. Буюрувчи (ББ) блокига манба (U_m) ва кириш (U_k) кучланиши берилади. ББ да ҳосил қилинган таъсир сигнали $\pm \Delta U = (U_m - U_k)$ ижро блоки (ИБ)га берилади. Ижро блоки конденсаторларни маълум бир қисмини узади ёки улайди.

Маълумки, реактив қувватнинг асосий истеъмолчилари асинхрон двигателлар (60%), куч трансформаторлари (20%), индукцион печлар ва тўғрилагичлардир (20%).

Кучланиши 1000 В гача бўлган КБ-ларнинг ўрнатиш жойлари қуйидагича танланади:

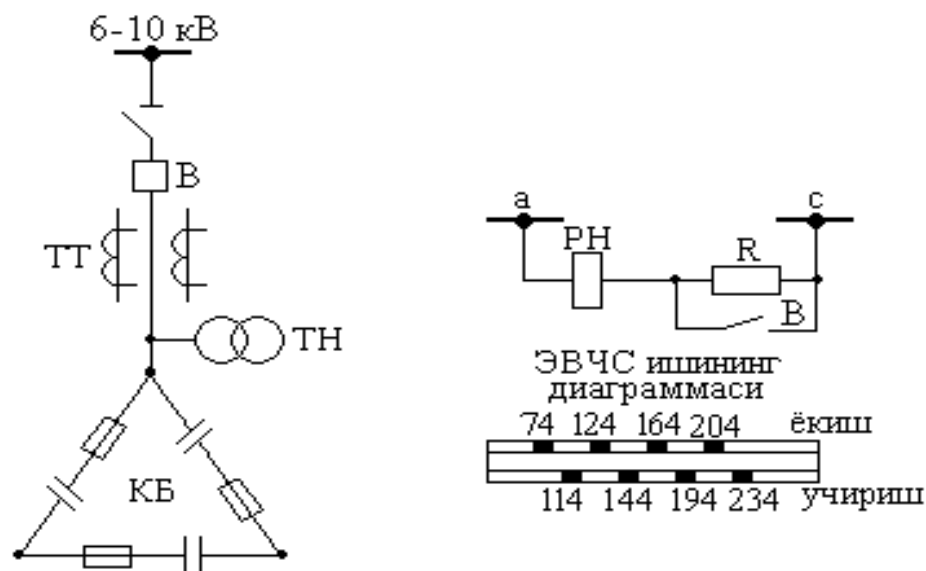
- Марказлаштирилган ўрнини қоплашда КБ цех трансформатори (ТП) ёнида ўрнатилади ва уни 0,4 кВ ли тақсимлаш қурилмаси (ТҚ) га уланади;
- Гуруҳ учун ўрнини қоплашда КБ гуруҳ тарқатиш қурилмаси ёки шина ёнига ўрнатилади ва уларга уланади;
- Индивидуал ўрнини қоплашда КБ асинхрон двигателга (истеъмолчи) яқин жойлаштирилиб, унинг статор чулғамига уланади.

Реактив қувватни ростлаш вақт, ток ёки кучланиш бўйича амалга оширилади. Вақт ва ток принципларида тўла (S) ва реактив қувватни (Q) суткалик графикларидан фойдаланилади. Кучланиш принципида эса максимал ва минимал кучланиш релеси сигнали бўйича ростлаш амалга оширилади.



15-расм. Реактив қувватни бир поғонали автоматик бошқариш схемаси.

Схемани ишлаш принципи қуйидагича: Кучланиш 1 РН минимал кучланиш релеси ёрдамида назорат қилинади. Тармоқда кучланиш пасайганда бу реле вақт релеси 1 РВ занжиридаги ўзини контактини улайди, у маълум кечикиш вақтидан сўнг уланиш чулғами (УЛЧ) занжирини туташтиради, натижада узгич В конденсатор батареясини улайди. Кучланиш белгиланган қийматдан ошиб кетганда 2 РН релени 2 РВ вақт релеси занжиридаги контакти уланади, у маълум кечикиш вақтидан сўнг ўзиш чулғами (УЗЧ) занжирини улайди, узгич В конденсатор батареясини узади. 1 РВ ва 2 РВ вақт релелари қисқа



16-рasm. Реактив кувватни автоматик ростлашни комбинатсияланган схемаси.

муддатли кучланишни ўзгариши юз берганда узгични ишламаслигини таъминлайди. Конденсатор батареяларини химояси оралиқ релеси (РО) орқали амалга оширилади, у РЗ химоя релеси контактлари орқали импульс олади.

Бу схемада суткани берилган вақтида ЭВЧС соат таъсирида КБ улангандан кейин тармоқдаги кучланиш юқори бўлса, минимал кучланиш релеси РН ўзининг уланувчи контакти билан КБ-ни яна ўчиради, тармоқни бу бўлимида кучланиш пасайган бўлса, РН релеси ўзининг узувчи контакти билан КБ-ни улайди, бунда ЭВЧС соат бўйича берилган вақтни кутмайди. Шундай қилиб ЭВЧС соатлари сутка вақти бўйича белгиланган дастурга биноан КБ-ни улайди ва ўчиради, РН релеси эса суткани уша вақтларида тармоқ кучланишига боғлиқ ҳолда ЭВЧС ишига тузатишлар киритади. Бундай ростлаш натижасида тармоқдаги кучланишни $U_{ном}$ қиймати меъёрланган $\pm 5\%$ -дан чиқмайди. РН реле занжирларига схемани аниқроқ созлаш учун зарур бўладиган қўшимча қаршилик R уланади. Кучланиш бўйича ростлаш схемаси кучланишни тўртки юкламалар вужудга келтирадиган қисқа вақтли тебранишлардан ишламайдиган қилиб созланиши керак.

7. Трансформаторларнинг иқтисодий жиҳатдан фойдали иш режимларини аниқлаш.

Трансформаторларда ортиқча исрофларни камайтириш бўйича куйидаги тадбирлар амалга оширилади:

-трансформаторларни қувватини, ўрнатиш жойини ва сонини оқилона танлаш;

-салт ишлаш режимини чеклаш (ёки йўқотиш);

-икки трансформаторли подстанцияларда кам юкланган трансформаторларни биттасини ўчириш;

-реактив қувватни қоплаш орқали трансформаторларнинг юкламасини камайтириш

Электр энергиясининг электр станциясидан ишлаб чиқариш истеъмолчига узатиб берилгунга қадар бир қанча исрофлар содир бўлади. Масалан: Электро магнит ва иссиқлик ходисалари системанинг электр таъминоти истеъмолчилари элементларида ва хоказо. Буларни ҳаммасини битта қилиб электр энергиясини исрофи ҳисоб қитоб қилинади.

Электр энергия исрофи электр системасининг ҳамиша элементида бўлади. Генераторда, трансформаторда, электр узатиш линияси ва хоказо.

Ишлаб чиқариш қорхоналарида электр энергия исрофини белгилаш учун ҳар хил қурилмалардан қўлланилади. Масалан: счётчикларда. Сарф қилинган электр энергияни счётчик орқали билиб олишимиз мумкин. Электр энергиясини исрофи 2 қисмдан иборат:

1. Номинал исроф.

2. Қўшимча исроф.

Электр таъминоти системасида электр энергиянинг исрофи умумий исрофнинг 10-15% дан ошмаслиги керак. Шунинг учун электр энергиянинг қатта қисми технологик жараёнда йўқотилади. Электр энергиясини эконо қилиш технологик жараёнга боғлиқ.

Саноат корхоналарида куч трансформаторлари бош пасайтирувчи, цех ва махсус подстанцияларни ўрнатилади.(Кайта ишловчи, электр печнинг, пайвандлаш ва бошкалар.)

Трансформаторларда энергия исрофи бир хил бўлади. Лекин унинг киймати минимумга келтирилиши керак. Бунинг учун махсус чора тадбирлар кўрилади. Кувватни тўғри танлаш куч трансформаторнинг сонини ва режимларини яхшилаш керак. Бундан ташқари соат юришини камайтириш йўли билан иктисодга эришиш мумкин. Бу тадбир куч трансформаторларни эксплуатация қилишда айниқса муҳим аҳамиятга эга. Корхоналарда ишдан бўш пайтда ёки дам олиш кунлари ремонт ишлари амалга оширилади. Бундай ишларни бажариш учун ҳам одатга қараганда камроқ электр энергия талаб қилинади. Ҳамма цех трансформаторларини ишга тушуриш, трансформаторларни соат юриши ҳисобига катта миқдорда корационал исрофларга сабаб бўлади. Бундай исрофларни камайтириш учун электр таъминот схемасини қайта кўриб чиқиш ва куч трансформаторларни паст кучланиш тарафида захирани ҳисобга олинади. Яъни, олиними керак. Шунинг билан бирга ремонт ишлари учун қурилмаларни электр энергия билан таъминлаш, турли кўрикловчи ва навбатчи ёритишлар учун ҳам ҳисобга олиб ўзгартирилади

8. Трансформаторларни оптимал юклантиришнинг самарадорлиги.

Бухоро парранда хиссадорлик АЖ учун трансформаторларни оптимал юклантириш тадбирларини амалга оширамыз. Бунинг учун, корхонанинг ички электр таъминоти тизими цех подстанцияларига трансформаторлари юкламаларини ҳисоблашдан бошланади. Бунда захирада булган трансформаторлар сони иккитадан ортик булмаслиги лозим. Яъни Цех подстанцияларидаги трансформаторларнинг куввати факат икки хил булиши мумкин. Шу меъзонга асосланиб цех юкламалари гурухланади ва одатда куввати катта булган цехларга цех подстанциялари урнатилади.

Корхона ички электр таъминотининг биринчи вариантида куйидаги электр таъминоти схемасини кўриб чиқамиз.

Цех подстанцияларининг трансформаторлари куввати юкланиш коэффиценти оркали ҳисобланади: Унга кура 1-категория истемолчилари учун $\beta=0,65-0,75$,

2-категория учун $\beta=0,75-0,85$, ва 3-категория учун эса $\beta=0,85-0,95$ ораликда булиши керак. Подстанциялардаги трансформаторларни юкланиш коэффицентини куйидаги ифодадан аниқланади:

$$\beta = \frac{S_{\text{ЮК}}}{n \cdot S_{\text{НТ}}}$$

Юкланиш коэффиценти меъерий кийматига тугри келган трансформатор номинал куввати аниқланади. Цех подстанцияларини истемолчиларини куйидагича гурухлаймиз:

10-жадвал

ТП номери	$P_{\text{ТП}}$ кВт	$Q_{\text{ТП}}$ кВар	$S_{\text{ТП}}$ кВА
ТП-1	576	298	648
ТП-2	772	425	881

1-ТП даги трансформаторларнинг юклантириш коэффициентини аниқлаймиз.

$$\beta = \frac{S_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}} = \frac{624}{2 \cdot 400} = 0,78$$

Трансформатордаги исрофлар куйидагича хисобланади: актив кувват исрофи:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (11.6 \cdot 0,78^2 + 3.3) = 26.93 \text{ кВт};$$

Трансформаторлардаги энергия исрофи куйидаги ифодадан хисобланади:

$$\Delta A_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{\text{вкл}}) = 168368 \text{ кВт} \cdot \text{соат};$$

Цех подстанцияларини танлаш хисоблари натижаларини 11-жадвалга киритамиз

11-жадвал

ТП номери	Трансформато р сони ва типи	P _{ТП} кВт	Q _{ТП} кВар	S _{ТП} кВА	β	ΔP _к кВт	ΔP _о кВт	U _к %	I _о %	K млн.с
ТП-1	2хТМ-400/10	576	298	648	0.78	5,5	1,45	4,5	2,1	139.64
ТП-2	2хТМ-630/10	772	425	881	0.81	7,6	2,27	5,5	2	172,84
Жаъми										312.48

Цех подстанциясининг техник-иктисодий курсаткичлари барча подстанцияларнинг исрофлари ва нархлари йигиндиси асосида бир марта хисобланади. Бу кийматлар 12- жадвалдан келтирилади.

12-жадвал

ТП номери	Трансформатор сони ва типи	ΔP _{ис} кВт	ΔA _{тр} кВт·с
ТП-1	2хТМ-400/10	10.12	54120
ТП-2	2хТМ-630/10	16,24	73664
Жаъми		26.36	127784

Исрофлар нархи:

$$\Delta U_{uc} = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 26.36 \cdot 300000 + 127784 \cdot 140 = 31.649 \text{ млн.сўм};$$

Амортизация ажратмаси:

$$U_a = K_{mn} \cdot \varphi_a = 312.48 \cdot 0,064 = 29.615 \text{ млн.сўм};$$

бу ерда U_a - амортизация ажратмаси.

$$U_{жр} = K_{mn} \cdot \varphi_{жр} = 312,48 \cdot 0,04 = 18.509 \text{ млн.сўм};$$

бу ерда $U_{жр}$ - жорий ремонт ажратмаси.

Йиллик ажратмалар

$$U = \Delta U_{uc} + U_a + U_{жр} = 79.773 \text{ млн.сўм}$$

Цех подстанцияларининг келтирилган йиллик харажатлари:

$$З_{nc} = U + E_n \cdot \Sigma K_{nc} = 79.773 + 0,12 \cdot 462.73 = 135.301 \text{ млн.сўм.}$$

Хисоблаш натижалари куйидаги 13-жадвалга киритилган:

13-жадвал.

Ускуна номи	К млн.сўм	ΔР кВт	U _а млн.сўм	U _{жр} млн.сўм	ΔU млн.сўм	U млн.сўм	З млн.сўм
ТП	312.48	26.36	29.615	18.509	31.649	79.773	135.301

Энди трансформаторларнинг оптимал иш режимини аниқлаш учун трансформаторларнинг юкламасини ўзгариши ва уларни паралел ишлаш шартларини ҳисобга олган ҳолда куйидагиларга эътибор қаратиш керак. Бу истеъмол графикларини таҳлил қиладиган бўлсак, тахминан октябрдан апрель ойигача тўлиқ, май ва сентябрь ойларида 50 % ҳамда ёз ойларида 5% юклама билан ишлайди. Истеъмолчиларни ишончилилик категориялари бўйича куч трансформаторларини юклантириш меъёрларини ҳисобга олиб корхона энергохўжалиги ҳисобидан трансформаторларни юклантирамиз. Агар корхонада октябрдан апрелгача 2 та қуввати 1000 кВА ли, 1 та қуввати 630 кВАли ва 1 та қуввати 400кВА ли, май ва сентябрь ойларида 1

та қуввати 1000 кВА ли ва 1 та қуввати 630 кВА ли ҳамда ёз ойларида 1 та қуввати 400 кВА ли трансформаторлардан фойдалансак, трансформаторлардаги қувват исрофи қуйидагича ўзгаради. Ҳисоблашларни фақат жадвалларда келтирамиз.

14-жадвал.

№	Ишлаш вақти	Трансформатор сони ва типи	β -	ΔP кВт	ΔA кВт с	ΔU млн сўм
1	10-04	2хТМ-400/10, 2хТМ-630/10	0.78 0.88	23.40	135485	18.463
2	05 ва 09	2хТМ-400/10, 2хТМ-630/10	0.84	9.12	13480	5.363
3	06-08	1хТМ-400/10	0.34	2.09	3507	0.789
4	Йил давомида			34.61	152472	24.615

Демак корхонадаги трансформаторларни мавсумга мос ҳолда юклантирадиган бўлсак, улардаги йиллик энергия исрофлари нархи 7.034 млн сўмга камаяр экан.

9. Нимстанцияларда конденсатор батареяларини қўллаш ва уларнинг қувватини ростлаш.

“Ромитан пахта тозалаш” АЖда реактив қувватни қоплаш ускуналарини қўллашнинг самарадор кўрсаткичларини аниқлаймиз. Копловчи ускуналарни хисобий қуввати куйидаги ифодадан аниқланади:

$$Q_{\text{кв}} = P_{\Sigma \text{кор}} (\text{tg } \varphi_m - \text{tg } \varphi_{\text{м}}) = 1577 \cdot (0,64 - 0,328) = 487,6 \text{кВар};$$

бу ерда $\text{tg } \varphi_m$ - цех подстанциясининг табиий қувват коэффициентига мос келувчи $\text{tg } \varphi$ булиб, унинг киймати куйидаги ифодадан топилади:

$$\text{tg } \varphi_m = \frac{Q_{mn}}{P_{mn}} = \frac{1008}{1577} = 0,64;$$

Корхонанинг мейерий қувват коэффициенти $\cos \varphi_m = 0,95$ булиб у $\text{tg } \varphi_m = 0,328$ кийматига тугри келади.

Копланадиган қувватнинг хисобий кийматига караб қуввати 80 квар булган ККУ-0,38-1 конденсаторли коповчи ускунадан 6 та танлаймиз.

Цех подстанциясининг реактив қувватни коплаганда кейинги умумий тула қуввати:

$$S'_{mn} = \sqrt{P_{mn}^2 + (Q_{mn} - Q_{\text{кв}})^2} = 1663 \text{кВА};$$

бу ерда $Q_{\text{кв}}$ - коповчи курилмалар йигинди қуввати, кВар.

$$\beta = \frac{S_{\text{ЮК}}}{n \cdot S_{\text{НТ}}} = \frac{648}{2 \cdot 400} = 0,78$$

Трансформатордаги исрофлар куйидагича хисобланади: актив қувват исрофи:

$$\Delta P_{\text{ТР}} = n \cdot (\Delta P_{\text{к}} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (11,6 \cdot 0,78^2 + 3,3) = 22,64 \text{кВт};$$

Трансформаторлардаги энергия исрофи куйидаги ифодадан хисобланади:

$$\Delta A_{\text{ТР}} = n \cdot (\Delta P_{\text{к}} \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{\text{вкл}}) = 67286 \text{кВт} \cdot \text{соат};$$

Цех подстанцияларини танлаш хисоблари натижаларини 15-жадвалга киритамиз

ТП номери	Трансформатор сони, типи	Q _{хку} кВар	Қопловчи ускуна типи	P _{ТП} кВт	Q' _{ТП} кВар	S' _{ТП} кВА	β -	ΔP _{ис} кВт	ΔA _{тр} кВт·с
ТП-1	2хТМ-400/10	107,8	ККУ-0,38-1 80 кВар	576	138	592	0,74	8,92	28963,6
ТП-2	2хТМ-630/10	232	ККУ-0,38-1 80 кВар	772	265	818	0,7	14,98	39770,4
Жаъми								37,62	101653,0

Қопловчи ускуна ўрнатилгандан сўнг корхонадаги исрофларни қиёсий кўрсатамиз.

16-жадвал.

№		ΔP кВт	ΔA кВт с	ΔU млн сўм
1	Қопловчи ускуна ўрнатилгунча	40.11	232260	31.649
2	Қопловчи ускуна ўрнатилгандан сўнг	34,60	101653	17,431

Жадвалдаги кўрсаткичларни инобатга оладиган бўлсак корхонада реактив қувватни қопловчи ускуна ўрнатилгандан сўнг у ердаги қувват исрофи 5.51 кВт га ва бир йиллик электр энергия исрофи 130607 кВт соат га ҳамда шулар асосида исрофлар нархи бир йилда 14.218 млн сўмга қисқарар экан.

10. Куч трансформаторларининг салт ишлаш ва юкламавий қувват исрофларини камайтириш тадбирлари

Электр энергияси йўқотишларини ҳисоблашда трансформаторларнинг ўзидаги актив қувват йўқотишлари ΔP_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 олиш керак. Бу қувватлар йўқотишлари келтирилган деб аталади ва қуйидагича топилади :

$$\Delta P'_{c.ю.} = \Delta P_{c.ю.} + \beta_{ю}^2 \cdot \Delta P'_k$$

$$\text{бу ерда: } \Delta P'_{c.ю.} = \Delta P_{c.ю.} + K_{ип} \cdot \Delta Q_{cю}$$

$\Delta Q_{cю}$ - трансформатордаги келтирилган салт юриш йўқотишлари бўлиб, улар трансформаторнинг ўзидаги салт юриш актив қувват йўқотишлари ва трансформаторнинг реактив қувват истеъмол қилиши натижасида ЭТС нинг барча элементларида ҳосил бўлувчи йўқотишлар йиғиндисидан иборат: $\Delta P'_k = \Delta P_k + K_{ип} \cdot \Delta Q_k$ - қисқа туташувдаги келтирилган йўқотишлар; $\Delta P_{cю}$ - салт юришдаги актив йўқотишлар;

$\Delta P_{k,T}$ - қисқа туташув актив йўқотишлари; $K_{ип} = 0.007 \text{ кВт/кВАР}$ йўқотишлар ўзгариши коэффиценти;

$\beta_{ю} = S_x / S_{тн}$ - трансформаторнинг юкланиш коэффиценти; $\Delta Q_{k,T}$ - қисқа туташув реактив қуввати $\Delta Q_k = S_{нт} \cdot U_k / 100$; $\Delta Q_{cю} = S_{нт} \cdot I_{cю} / 100$ - трансформатор салт юришда истеъмол қиладиган реактив қувват; $I_{cю}$ - трансформаторнинг салт юриш токи, %; $U_{k,T}$ - трансформаторнинг қисқа туташув кучланиши, %.

Электр энергияси йўқотишлар қиймати :

$$И_{йи} = (\Delta P_{cюi} \cdot T_{йил} + \beta_{юi}^2 \Delta P_{ki} \cdot \tau) \cdot n$$

Трансформаторларнинг вазифаси электр энергиянинг параметрларидан бири кучланишни ўзгартириш, яъни кучайтириш ёки пасайтиришдир.

Ушбу параметрни ўзгартириш маълум электромагнит жараён натижасида ҳосил бўлади ва шу жараёнда энергиянинг бир қисми исрофланади. Трансформаторларнинг электр энергия исрофи формуласини шарҳлаймиз:

$$\Delta \mathcal{E}_T = \frac{\Delta P_K}{n} \beta^2 \cdot \sum_1^K \Delta t + n \cdot \Delta P_x \cdot T$$

$\Delta P_x = \Delta P_{c.ю.}$ – салт юриш исрофи. Маълумотномалардан олинади. Кўпинча трансформаторнинг паспортида қурсатилади.

T – трансформаторнинг тармоқга уланган вақти, шу жумладан, умуман истеъмол бўлмаган, яъни салт юриш вақти. Мисол учун, дам олиш куни ёки истеъмолчи ишламаган вақти.

Трансформаторнинг энергия исрофини камайтириш, келтирилган энергия исрофи формуланинг иккинчи ташкил қилувчиси, яъни салт юриш вақтини камайтиришдир. Бу жиҳат айниқса юкламаси кескин ўзгарадиган пахта тозалаш заводлари учун катта аҳамиятга эга.

Мисол учун “Ромитан пахтатозалаш” АЖ даги трансформаторларнинг бир ойлик салт юриш исрофини ҳисоблаймиз. Аввал трансформаторларнинг техник катталикларини 2-жадвалдан ёзиб оламиз:

$TМ - 1000/10$ – трансформаторнинг тури (нуса);

$S_H = 1000$ кВА – номинал (меъёрий) қуввати;

$U_1/U_2 = 10/0,4$ – Бирламчи ва иккиламчи кучланиши [кВ];

$\Delta P_K = 11,6$ кВт – Қисқа туташ режими ёки чўлғамларнинг қувват исрофи.

$\Delta P_x = 3,3$ кВт – салт юриш ёки ўзакдаги қувват исрофи

$I_o = I_{c.o.} = 1,4$ % – салт юриш токи, меъёрий токдан фоиз ҳисобида.

$U_K = 5,5$ % – қисқа туташ кучланиши, бирламчи чулғамнинг меъёрий кучланишидан фоиз ҳисобида.

Бу катталиклар трансформаторнинг электроэнергия исрофини ҳисоблаш ва таъмирдан кейинги ишонч синовларини ўтказишда катта аҳамиятга эга. Энергия исрофини бир ой давомида, ҳар иккала

трансформаторларнинг тармоқдан узлуксиз ишлаган ҳолда, фақат салт юриш исрофини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаймиз:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{с.ю.1}} = n \cdot \Delta P_x \cdot T_1 = 2 \cdot 3.3 \cdot 720 = 4752 \text{ кВт} \cdot \text{соат} = 4.75 \text{ МВт} \cdot \text{соат}$$

Бу ерда: $T_1 = 30 \cdot 24 = 720$ соат – бир ойнинг соатлар сони.

Агар ҳар иккала трансформатор, шанба куни иккинчи сменадан кейин то душанба куни соат 8⁰⁰ гача тармоқдан узилса, бир ҳафтада 40 соат тармоқдан узилган бўлади. Бир ойда 4 ҳафта борлигини ҳисобга олсак, бир ойда ҳар иккала трансформатор тармоқдан узилган вақти:

$$T_{\text{д.о.}} = 4 \cdot 40 = 160 \text{ соат} – \text{бир ойда дам олиш соатлари.}$$

Демак, трансформаторларнинг салт юриш вақти $T_{\text{д.о.}}$ вақтига камаяди:

$$T_2 = T_1 - T_{\text{д.о.}} = 720 - 160 = 560 \text{ соат}$$

Энергия исрофи ҳам камаяди:

$$\Delta \mathcal{E}_2 = n \cdot \Delta P_x \cdot T_2 = 2 \cdot 3.3 \cdot 560 = 3696 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

Бир ойда тежалган энергия:

$$\Delta \mathcal{E}_T = \Delta \mathcal{E}_1 - \Delta \mathcal{E}_2 = 1056 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

Бир йилда тежалган электр энергия:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ит}} = 1056 \cdot 12 = 12672 \text{ кВт} \cdot \text{соат} – \text{ни ташкил этади.}$$

Энди корхонадаги бошқа трансформаторлар учун ҳам ҳисоблашларни шу тарзда бажариб натижаларни қуйидаги жадвалга киритамиз.

17-жадвал

№	Трансформатор сони ва типи	$T_{\text{д.о.}}$ соат	$\Delta \mathcal{E}_{\text{с.ю.1}}$ Вт	$\Delta \mathcal{E}_2$ кВт	$\Delta \mathcal{E}_T$ кВт	$\Delta \mathcal{E}_{\text{ит}}$ кВт
1	2хТМ-400/10	160	3888	3024	864	10368
2	2хТМ-630/10	160	4750	3696	1056	12672
	Жаъми					23040

Подстанциядаги трансформаторлар салт ишлашини чеклаш орқали юқори самарадорликка эришиш мумкин. Бунинг учун тегишли ходимлар томонидан қаттиқ назоратни йўлга қўйиш кифоя.

Педагогик қисм
Бир фазаги ўзгарувчан токка оид умумий тушунчалар
Маъруза машғулотивнинг технологияси

Вақти - 2 соат	Талабалар сони: 30-60 нафар
Ўқув машғулотивнинг шакли	Маъруза - конференция.
Маъруза машғулотивнинг режаси	1. Ўзгарувчан токни тавсифловчи катталиклар. 2. Ўзгарувчан токнинг максимал, ўрта ва эффектив қийматлари.
<i>Ўқув машғулотивнинг мақсади:</i> Ўзгарувчан токни тавсифловчи катталиклар ҳақида талабаларда назарий билимларни шакллантириш.	
<i>Педагогик вазифалар:-</i> ўзгарувчан токнинг даври ва частотасини тушунтириш; - синусоидал ўзгарувчан токни ташкил этувчи элементларни тавсифлаш; - ўзгарувчан токнинг бошланғич фазасини урганиш; - ўзгарувчан токнинг максимал, ўрта ва эффектив қийматлари тушунтириш.	<i>Педагогик вазифалар:-</i> ўзгарувчан токнинг даври ва частотасини буйича назарий билимга эга булади;- синусоидал ўзгарувчан токни ташкил этувчи элементларни тавсифлай олади; - ўзгарувчан токнинг бошланғич фазасини урганади;- ўзгарувчан токнинг максимал, ўрта ва эффектив қийматлари урганади;4 Ўзгарувчан токни тавсифловчи катталикларни мукамал ушлаштиради.
Ўқитиш воситалари	Маъруза матни, проектор,– ЎТВ/КТ
Ўқитиш шакли	Фронтал, индивидуал, гуруҳ билан ишлаш
Ўқитиш шароитлари	Намунадаги аудитория

Маъруза машғулотивнинг технологик харитаси

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
1-босқич.Кириш (10 мин.)	1.1. Маъруза мавзуси ва режаси эълон қилинади. Аввалги мавзуга савол-жавоб орқали боғланади.	1.1. Эшитадилар, ёзадилар, жавоб берадилар.
2-босқич. Асосий (60 мин)	2.1.Мавзунинг ёритиш учун муаммоларни саволларни таклиф этади. -айтингчи, ўзгарувчан токнинг даври ва частотасининг вазифасини нимадан иборат? - синусоидал ўзгарувчан токни ташкил этувчи элементларни	2.1.Муаммоларни саволларга эътибор берадилар. 2.2.Эшитадилар,ёзадилар.

	тавсифланг? - ўзгарувчан токнинг бошланғич фазасини тушунтиринг? - ўзгарувчан токнинг максимал, ўрта ва эффектив қийматлари тушунтиринг? Саволларга жавобларни шакллантиргандан сунг мавзуга батафсил тухталади. 2.2. Синусоидал ўзгарувчан токни ташкил этувчи элементлар.(1-илова) 2.3. Ўзгарувчан токнинг даври ва частотасини тугрисида тушунча беради. (2-илова) 2.3. Ўзгарувчан токнинг бошланғич фазалар силжишинини тушунтиради. (3-илова) 2.4. Ўзгарувчан токнинг максимал, ўрта ва эффектив қийматлари тугрисида мукамал маълумотларни беради. (4-илова)	
3-босқич. Якуний (10 мин.)	3.1. Мавзуга хулоса чиқаради. 3.2. Мустақил иш учун топшириқлар беради: муаммоли саволларга тайёргарлик кўриш.	3.1.Эшитадилар, саволларини беради ёзиб оладилар. 3.2.Топшириқларни ёзиб оладилар.

Визуал материаллар

1-илова

Ҳозирги вақтда бутун дунёда кўпинча ўзгарувчан ток қўланилади. Ўзгарувчан токнинг кенг ишлатилишига сабаб шуки, унинг ўзгармас токка нисбатан бир қанча афзаликлари бор. Биринчидан, ўзгарувчан токни ишлаб чиқарадиган генераторларнинг Ф.И.К. анча катта. Иккинчидан, ўзгарувчан токнинг кучланишини трансформаторлар орқали ўзгартириш

имконияти, қувват исрофини нисбатан камайтиради ва ўзгарувчан ток двигателари тузилишидан анча оддий, бўлади.

Йўналиши ва катталиги маълум вақт ичида ўзгариб турувчи токка ўзгарувчан ток дейилади. Агарда унинг оний қиймати ва йўналиши тенг вақт оралиғида (даврий) такрорланса, унда даврий ўзгарувчан ток дейилади.

Барча ишлаб чиқариладиган маҳсулотлар каби электр энергиясини ҳам сифат кўрсаткичлари бор. Ўзгарувчан токнинг синусоидалиги мана шу сифатни аниқловчи кўрсаткичлардан биридир.

Умуман, ўзгарувчан ток деб фақат синусоидал шаклда ўзгарувчи токни емас, балки бошқа шаклда, масалан учбурчак шаклида, ўзгарувчи ток ҳам дейилади. Бу ерда фақат бу токни катталиги даврий равишда ўзгариши лозим. Ҳисоблаш техникасида, радио-телеаппаратураларда, адрасимон, туртбурчак шаклида ўзгарувчан тоklar қўланилади.

Ўзгарувчан токнинг оний қиймати « i » ҳарфи билан белгиланади ва қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

бу ерда:

i_m - ўзгарувчан токнинг енг катта (амплитуда) қиймати.

φ - ўзгарувчан токнинг бошланғич фазаси.

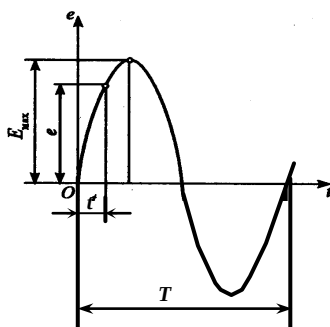
(2-илова)

Синусоидал токнинг тўла қайтарилиш вақти давр дейилади ва T -ҳарфи билан белгиланади. Давр градусларда ёки секундларда ўлчанади.

Даврга тескари катталик ўзгарувчан синусоидал токнинг частотаси дейилади.

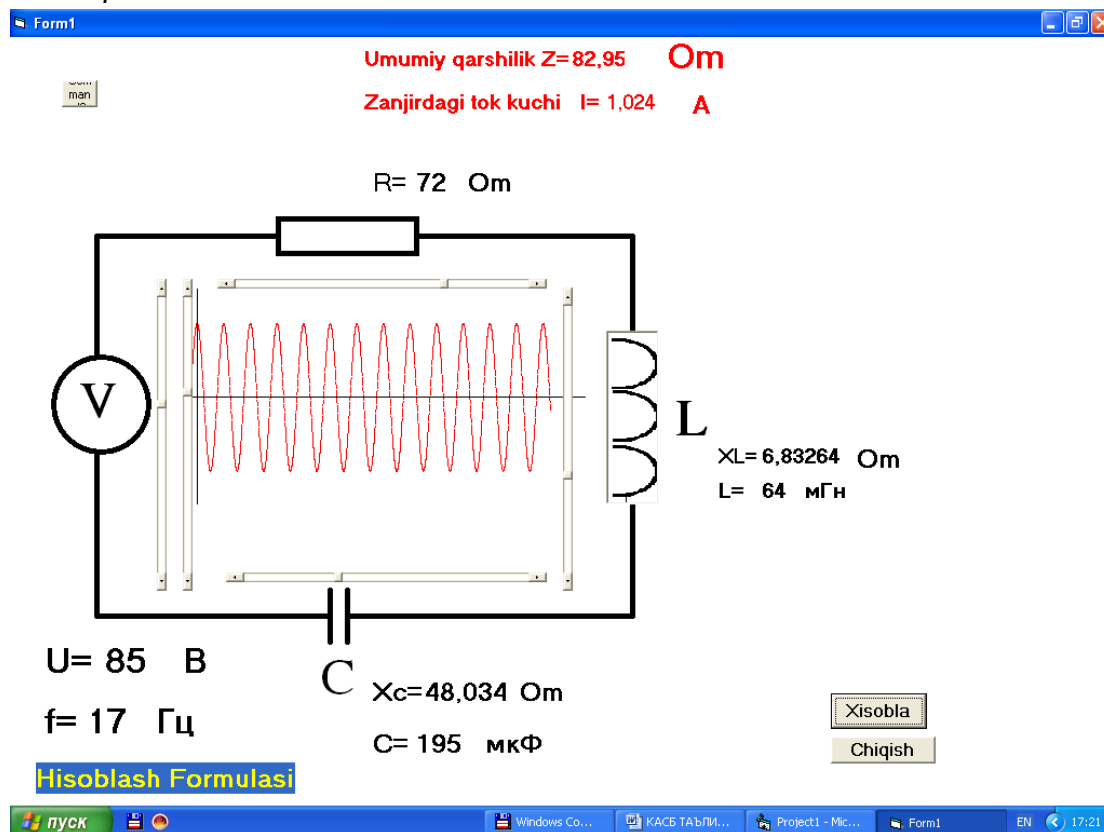
$$f = \frac{1}{T} \quad [f] = \frac{1}{\text{сек}} = \text{Грец} \quad \text{ёки} \quad \frac{1}{\text{сек}} = \text{Гц}$$

Ўзгарувчан синусоидал ток қийматининг вақтга боғлиқлик графиги



Частота ўзгарувчан токнинг ўзгариш тезлигини ифодоловчи катталиқ бўлиб, 1 секунддаги тебранишлар сонига баробар. Синусоидал токнинг оний қиймати ифодасига бурчак частота киритилган. Бу катталиқ чизиғи частота орқали қуйидагича ифодаланади:

$$\omega = 2\pi f$$



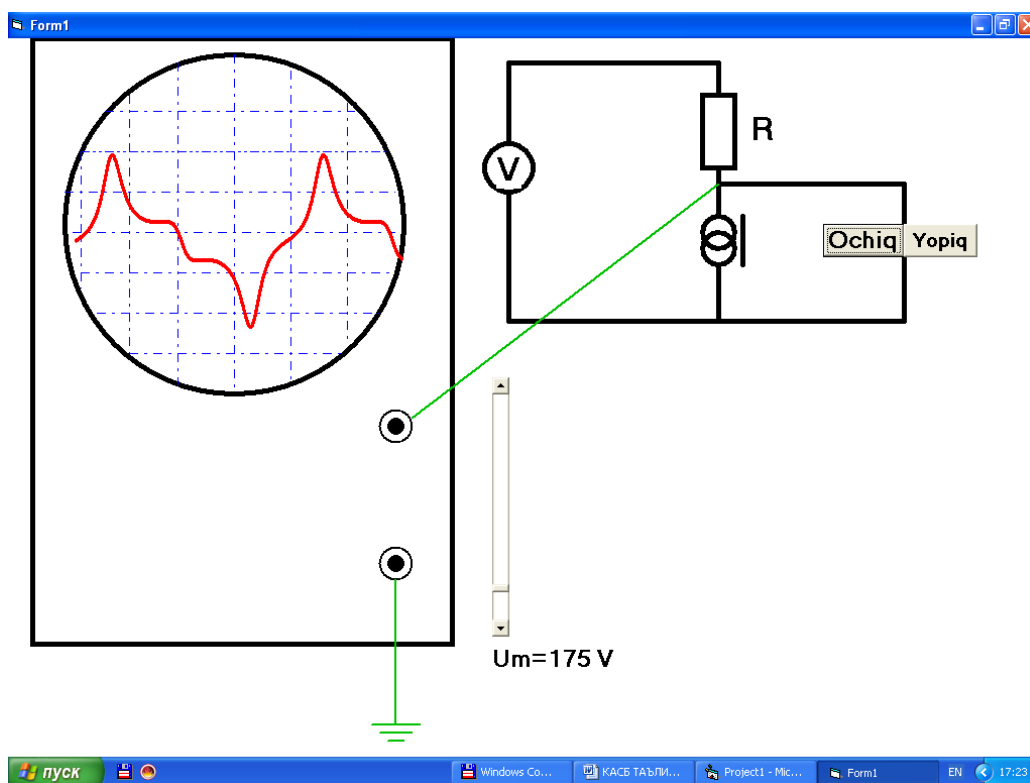
Юқоридаги расмда «Flash» дастурларда яратилган анимацион ишда электр занжир ва уни тавсивловчи катталикларни кўриш мумкин. Бу анимацион восита орқали ўқувчи бир фазали электр занжирнинг элементларини бўйича тўлиқ тассавурга эга бўлади. Унда электр қаршиликлар қийматининг ўзгаришини электр токига таъсирини кузатиш мумкин. Шунингдек анимация ёрдамида электр занжирнинг элементлари бўйича тўлиқ маълумотга тасвир ва овоз воситасида эга бўлиш мумкин.

Даврий частота амалда бурчакли частота деб юритилади ва ўзгарувчан функциялар векторларнинг бурчак тезлигини англатади. Маълумки, бурчак тезлиги вақт ичида вектор бурилиш бурчаги ва шу вақтнинг нисбати билан аниқланади:

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

Яъни, t – вақт ичида, вектор, φ - бурчакка бурилади.

Саноат энергетика частотаси 50 Гц га тенг. Ҳалқ хўжаликгининг баъзи бир тармоқларида бошқа частотали токлар қўланилади ва бу частоталар саноат частотасидан ўзгартиргич ёрдамида олинади. Юқорида айтиб ўтганимиздек, $(\omega t + \varphi)$ синусоидал катталикларнинг, яъни ўзгарувчан токларнинг фазаси (ҳолати) бўлиб, бу катталик жорий вақт онида (пайтида) синусоидал функциясининг қийматини аниқлайди. Бу ифодада $t=0$ бўлганда синусоидал функциясининг катталигининг бошланғич фаза (ҳолати) φ -аниқлайди.



Юқоридаги расмда «visual basic» дастурларда яратилган анимацион ишда нозикли электр занжир катталикларни кўриш мумкин. Бу анимацион восита орқали ўқувчи бир фазали электр занжирнинг элементларини нозикли электр занжири бўйича тўлиқ тасавурга эга бўлади. Унда электр қаршиликлар қийматининг ўзгаришини электр токига таъсирини кузатиш мумкин. Шунингдек анимация ёрдамида электр занжирнинг элементлари бўйича тўлиқ маълумотга тасвир ва овоз воситасида эга бўлиш мумкин.

φ -бошланғич фаза, ёки бошланғич бурчак деб аталувчи бу катталик синусоидал функциялар устида алгебрик ҳисоблашларда муҳим аҳамиятга

ега. Синусоидал функцияларнинг қўшиш, айириш, кўпайтириш ва бўлиш пайтида бошланғич бурчакни албатта назарга олмоқ керак.

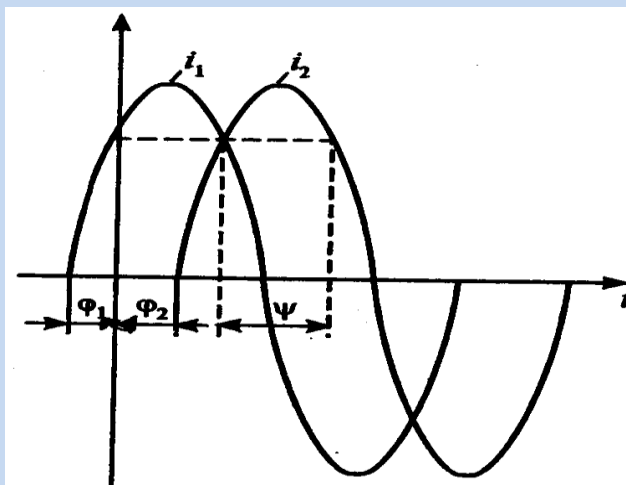
(3-илова)

Синусоидал функциялари фаза силжиши. Икки, бир частотали, синусоидал функцияларнинг бошланғич бурчаги бир хил катталикларга ега бўлса, бу функцияларнинг бошланғич фазаларининг айирмаси, фазалар силжиши дейилади. (3.2 - расм). Фазалар силжиши миқдор жиҳатидан функцияларнинг бошланғич фазаларининг айирмаси билан аниқланади.

Масалан, агар $u_1 = U_m \sin(\omega t + \varphi_1)$, $u_2 = U_m \sin(\omega t - \varphi_2)$; бўлса, фазалар силжиши қуйидаги аниқланади: $\psi = \varphi_1 - \varphi_2$

Фазалар силжиши икки ёки иккидан кўп синусоидал функцияларнинг ўзаро фаза силжишларининг характерлайди. Ўзгарувчан тоklarнинг (кучланишни, е.ю.к. ва ҳоказоларни) оний қийматини одатий электр ўлчаш асбоблари (амперметр, вольтметр) ёрдами билан ўлчаб бўлмайди, чунки ўзгарувчан токнинг қиймати секундига 100 маротаба, яъни 50 Гц частота билан ўзгаради. Шунинг учун ва бошқа бир қатор сабаблар туфайли, ўзгарувчан тоklar назариясида унинг ҳақиқий ёки таъсир этувчи қиймати киритилган.

Ўзгарувчан токнинг фазалар силжиши



Ўзгарувчан токнинг ҳақиқий қиймати ўзгармас ва ўзгарувчан тоklarнинг бир хил қаршилиқдан оққандек бир вақт ичида ажралиб чиқариладиган

иссиқлик миқдорини тенглаштириш натижасида $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}; \Phi = \frac{\Phi_m}{\sqrt{2}}$

келтириб чиқарилади.

I – ўзгармас ток ўтганда, R – қаршиликда t - вақт давомида ажралиб чиққан иссиқлик миқдори:

$$Q = U^2 R t$$

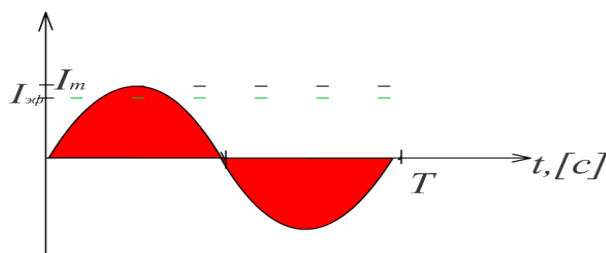
Агар ўзгарувчан ток $U = U_m \sin \omega t$ R қаршиликдан t вақт ичида ўтса, ажралиб чиққан иссиқлик миқдори қуйидагича ифодаланади:

$$dQ = I^2 R dt$$

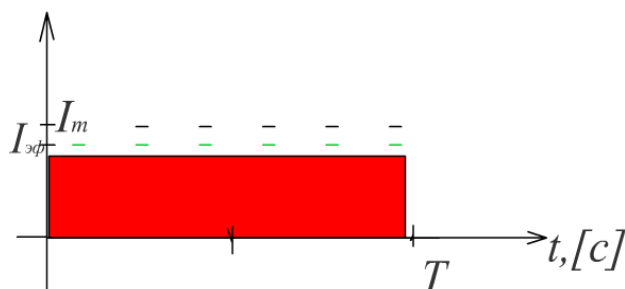
Агар бу икки ифодаларни $m = T$ шarti билан тенглаштирилиб олсак, натижада ўзгарувчан токнинг ҳақиқий қийматини топамиз:

$$I^2 = \frac{I_m^2}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt = \frac{I_m^2}{2}$$

Бу ифодадан: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$



Бир фазали синусоидал токни эффектив қийматини ҳисоблаш.



Бир фазали синусоидал токни эффектив қийматини ҳисоблаш.



Лаборатория машғулотининг ўқитиш технологияси

Вақти - 2-соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни чуқурлаштириш ва кенгайтириш бўйича муаммоли лаборатория машғулоти
Лаборатория машғулотининг режаси	1. Ўзгарувчан ток занжири учун Ом ва Кирхгофнинг иккинчи қонунини татбиқ этишни ўрганиш. 2. Ўзгарувчан ток занжирида актив қаршилик R, индуктивлик L ва сиғим C турли схемаларда кетма-кет уланганда занжирга берилган кучланишнинг қандай тақсимланишини амалда текшириш.
Ўқув машғулотининг мақсади: Ўзгарувчан ток занжирида актив қаршилик R , индуктивлик L ва сиғим C турли схемаларда кетма-кет уланганда занжирдаги электр ҳодисаларни кузатиш ва куникмалар ҳосил қилиш.	
Педагогик вазифалар: -лаборатория ишини бажариш, кетма-кетлигини тушунтириш; -амалий ишни бажаришни намоийиш қилиш ва ўргатиш; топшириқ ва муаммолар ечими йўллари, усуллари излаш ва топиш имкониятларини яратиш; - талабаларда изланувчанлик ва ижодий фикрлашни шакллантириш; -талабаларнинг мустақил ва ижодий ишлаш фаолиятларини ривожлантириш.	Ўқув фаолиятининг натижалари: Талаба -лаборатория ишини кетма-кетликда бажаради; -амалий ишни бажаришни ўрганади; -топшириқ ва муаммолар ечими йўллари, усуллари излайди ва имкониятларини топади; - ижодий фикрлашни урганади; Мустақил равишда ўзгарувчан ток занжирида актив қаршилик R , индуктивлик L ва сиғим C турли схемаларда кетма-кет уланганда занжирнинг ҳарактерли ҳолатлари кўрсатади.
Ўқитиш услуби ва техникаси	Муаммоли усул, ақлий ҳужум, блиц-сўров.
Ўқитиш шакли	Фронтал, коллектив, гуруҳларда
Ўқитиш воситалари	Маъруза матни, проект, флипчарт, маркер, доска бўр
Ўқитиш шароитлари	Гуруҳларда ишлаш учун мўлжалланган аудитория

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	талаба
1-босқич. Кириш (10 мин.)	1.1. Мавзу, режа ва мақсад, лаборатория машғулотининг режаси маълум қилинади.	1.1. Эшитади ва ёзади
2-босқич. Асосий (60 мин.)	2.1. Талабаларни 3 гуруҳга бўлади, ҳар бир гуруҳга топшириқ беради (1-илова). Кутилаётган ўқув натижаларини эслатади. 2.2. Гуруҳда ишлаш қоидаси билан таништиради (2-илова). Баҳолаш мезонларини ҳам намоиш қилади. 2.3. Вазифани бажаришда ўқув материаллари (маъруза матни, ўқув қўлланма)ларидан фойдаланиш мумкинлигини эслатади. Гуруҳларда иш бошлашни таклиф этади. Ўқувчилар билимларини фаоллаштириш мақсадида саволлар берилади. Билимларни фаоллаштириш жараёнида амалий машғулот ўтказиш учун муаммони ҳал қилиш, талабаларни муаммоли топшириқларни ҳал этиш бўйича амалий кўникмаларини етарлилигини аниқлайди. 2.4. Муаммоли топшириқ мазмунига мос ҳолда ечими зарур бўлган муаммони шакллантиради шунингдек ўқувчиларга маиёнда ишлашни намоиш қилиб кўрсатади. Ушбу ишларни бажаришда юзага келадиган қийинчиликлар ва нуқсонларга тўхталиб ўтади. Ўқувчиларга муаммоли топшириқлар тақсимланади. (3-илова) Муаммоли топшириқни бажариш бўйича зарурий услубий кўрсатмалар, тарқатма материаллар ўқувчиларга тарқатади. Муаммони ҳал этишда, кутилаётган натижалар бўйича услубий кўрсатмалар беради. 2.5. Тақдимот бошланганини эълон қилади. Ўқувчиларнинг бажарган ишларини кўриб	3.1. Гуруҳларда ишлайдилар. -жамоа бўлиб маълумотларни тизимлаштиради - категориялар жадвалини тақдимот коғозларига ёзади. 3.2. Тақдимотни намоиш этади, саволларга жавоб беради.

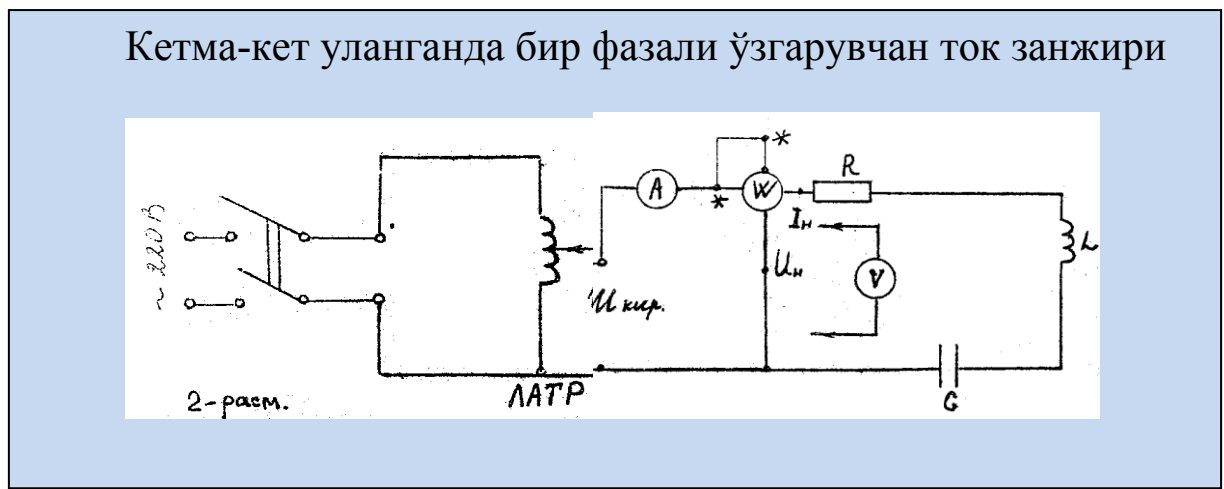
	чиқади, изоҳлайди, тўғри бажарилган ишларни ажратиб кўрсатади, хатоларни аниқлайди. Худди шундай, гуруҳлар ўзаро алмашиб, барча муаммоли топшириқларни бажариб, кўникма ҳосил қиладилар. Шундан сўнг, талабалар кичик гуруҳларида бажарилган ишлар ва тестларга жавоблар қуйидаги баҳолаш мезонларига асосланган ҳолда баҳоланади. (4-илова) 2.6. Талабалар жавобини шарҳлайди, хулосаларга эътибор беради, аниқлик киритади. Гуруҳлар фаолиятига умумий балл беради.	
3-босқич. Якуний (10 мин.)	3.1. Машғулоти яқунлайди, талабаларни баҳолайди ва фаол иштирокчиларни рағбатлантиради. 3.2. Мустақил иш сифатида мавзу юзасидан материаллар тўплайди	Эшитадилар ва топшириқни ёзиб оладилар.

Лаборатория машғулотининг технологик харитаси

1-илова

Фаоллаштирувчи топшириқ

Қуйидаги расмда кўрсатилган электр схемани йиғинг



Гуруҳ билан ишлаш қоидалари

Гуруҳ аъзоларининг ҳар бири

- ўз шерикларининг фикрларини ҳурмат қилишлари лозим;
- берилган топшириқлар бўйича фаол, ҳамкорликда ва масъулият билан ишлашлари лозим;
- ўзларига ёрдам керак бўлганда сўрашлари мумкин;
- ёрдам сўраганларга кўмак беришлари лозим;

- гуруҳни баҳолаш жараёнида иштирок этишлари лозим;
- “Биз бир кемадамиз, бирга чўкамиз ёки бирга қутиламиз” қоидабини яхши билишлари лозим.

3-илова

СИНОВ САВОЛАРИ.

1..Ом қонуни ва Кирхгофнинг иккинчи қонунини ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларига қўланишдаги хусусиятлари нималардан иборат?

2. Занжирнинг актив, индуктив, сиғим ва тўла қаршиликлари қандай аниқланади?

3.Бутун занжирнинг ва занжир айрим қисмларининг қувват коэффициентилари

$\cos \varphi$ қандай аниқланади?

4. Соф индуктив ғалтакда кучланишнинг токдан, соф сиғимда токнинг кучланишдан фаза бўйича 90° га олдин келишини тушунтириб беринг.

4-илова

Талабаларни бажарилган топшириқ юзасидан жавобларини баҳолаш мезони

Баҳолаш мезонлари ва кўрсаткичлари (балл)

Гуруҳ	1 топшириқ (1,0)	2 топшириқ (1,4)	3 топшириқ (ҳар бир савол 0,2 балл)			Баллар йиғиндиси (3,0)
			1-савол	2-савол	3-савол	
1						
2						
3						

12. Хулоса

Республикаимиз президенти И. А. Каримовнинг “Мамлакатимизни модернизация қилиш ва қучли фуқаролик жамияти барпо этиш- устувор максадимиздир” деб номланган маърузасидан келиб чиқиб ижтимоий-иқтисодий соҳанинг изчил ривожланишини, мамлакатда барқарорликни таъминлаш буйича комплекс чора-тадбирларни амалга ошириш масалаларига бағишланган маърузаларида давлатимиз ривожланишининг устувор йўналишлари белгилаб берилди. Жумладан, «Ўзбекистоннинг жаҳон бозоридаги рақобатдошлигини ошириш ва мавқеини мустаҳкамлашга йўналтирилган таркибий ўзгаришлар ва юксак технологияларга асосланган замонавий тармоқлар ва ишлаб чиқариш соҳаларини жадал ривожлантириш сиёсатини асосий устувор йўналиш сифатида давом эттиришни тақозо этмоқда». [2]

Президентимизни «Жаҳон молиявий – иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари» китобида электроэнергетика тизимини модернизация қилиш, ишлаб чиқаришда энергия тежамкор технологияларни жорий этиш бўйича алоҳида кўрсатмалар бериб ўтганлар. [3] Молиявий инқироздан чиқиш йўлларида бири сифатида «Электроэнергетика тизимини модернизация қилиш, энергия истемолини камайтириш ва энергия тежашнинг самарали тизимини жорий этиш чораларини амалга ошириш» кўрсатиб ўтилган.

Ушбу битирув малакавий ишида трансформаторларнинг энергия тежамкор иш режимлари таҳлил қилинди. Бу эса электр энергиясини тежаш муаммоларини ҳал этишнинг самарали йўлларида бири электр энергияси реал истемолини кўрсатувчи тезкор мониторинг хизматини ташкил этишда муҳим натижалар ҳисобланади. Бу вазифани ҳал қилиш учун трансформаторларни салт ишлашини чеклаш ва кам юкланган трансформаторларни бошқа кичик қувватли трансформаторга алмаштириш электр таъминотини оптималлаштиришни таъминлади.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар олинди:

- корхонада куч трансформаторларнинг иқтисодий жиҳатдан фойдали иш режимларини аниқланди.
- корхонада куч трансформаторларни оптимал юклантиришнинг самарадорлик кўрсаткичларини аниқланди.
- корхонадаги нимстанцияларда конденсатор батареяларини қўллаш ва уларнинг қувватини ростлаш имкониятларини аниқланди.
- корхонасида куч трансформаторларининг салт ишлаш ва юкламавий қувват исрофларини камайтириш тадбирларини ишлаб чиқилди.

13. Фойдаланилган адабиётлар.

1. Президенти И.А. Каримовнинг “Иқтисодиётнинг реал сектори корхоналарини қўллаб қувватлаш, уларнинг барқарор ишлашини таъминлаш ва экспорт потенциалини кўпайтириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-40-58- сонли Фармони. «Ўзбекистон овози» 2008 йил 28-ноябр.

2. Президент Ислом Каримовнинг «Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқаролик жамияти барпо этиш - устувор мақсадимиз » Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг қўшма мажлисидаги маърузаси. «Ўзбекистон овози» 2010 – йил 28 январ пайшанба №12.

3. Ислом Каримов «Жахон молиявий иқтисодий инкирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йуллари ва чоралари». Тошкент – «Ўзбекистон» - 2009

4. Ўзбекистан Республикаси Вазирлар маҳкамасининг «Ёқилғи-энергетика ресурслари истеъмолчиларини энергетика текширувидан ўтказиш қоидалари» тўғрисидаги 164- сонли қарори. «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журнали, 2006, №2. 47-67 б.

5. М. Гительсон. Экономические решения при проектировании электроснабжения промышленных предприятий. М.: «Энергия», 1991

6. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. Тошкент. 2003, №1-2. 13-44 б.

7. Аракелов В. Е., Кремер А. И.. Методические основы экономии энергоресурсов. М.: Энергоатомиздат, 1990.

8. Инструкция, расчет и анализ технологического расхода электроэнергии на передачу по электрическим сетям энергосистемы Республики Узбекистан. Руководящий документ. РД РУз34-482-502-2001. Ташкент, 2001.

9. Кораблев А.Д. Экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве. М.: ВО «Агропромиздат», 1988 г.

10. Кораблев В.П., Экономия электроэнергии сбыту. М; «Энергоатом издат», 1987г.

11. Красиков Е.В. и др. Терминологическое обеспечение энергопотребления, энергосбережения, энергоэффективности. Журнал «Электрика». 2005, №7, 35-48 с.

12. Справочник по проектированию электроснабжения. Под ред. Ю.Г.Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат. 1990.

13. Экономия и топливо – энергетических ресурсов на предприятия текстильной промышленности. М; Легпромбытиздат, 1990г
Электротехнический справочник: В 3 т. Кн.1. Производство и распределение электрической энергии (под общ. Ред. Профессоров МЭИ).- М.: Энергоатомиздат, 1988.-880 с.

14. Экономия топливно-энергетических ресурсов на предприятиях текстильной промышленности. Охотин А.С. и др. М.: Легпромбытиздат, 1990, 128 с.

15. Вакулко А.Г., Злобин А.А., Романов Г.А. Проблемы ценообразования при проведении энергетических обследований. «Энергосбережение». М.: 2003, №3. 67-70 с.

16. Воротницкий В.Э., Заслонов С.В., Лысюк С.С. Опыт и направления совершенствования расчетов балансов и локализации коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38 кВ. М.: Журнал «Электрические станции». 2006, №9, 51-61 с.

17. С. М. Гительсон. Экономические решения при проектировании электроснабжения промышленных предприятий. М.: «Энергия», 1991

18. Глушаков С.В., Сурядный А.С. Программирование на Visual Basic 6.0. М.: Фолио, 2005, 497 с.

19. Грачева Е.И, Саитбаталова Р.С, Определение расхода электроэнергии на основе математической модели «Промышленная энергетика» № 4, 1999. 24-25 с.

20. Грачева Е.И., Наумов О.В., Оценка величены потер электро энергии в электрических сетях до 1000 В. М.: н.т.ж Проблемы энергетики, 2003, № 1,2. 108-117 с.

21. Гунин В.М, и др. Опыт нормирования и прогнозирования энергопотребления предприятия на основе математической обработки статической отчетности. М.: «Промышленная энергетика» № 2,2003г.стр. 2-5.

22. Гулямов Б.Х., Ташпулатов Б.Т., Салиев А.Г. Правовое проблемы перехода на энергоэффективный путь развития и создание необходимой нормативной базы в области электроэнергетики. «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журнали. Тошкент. 2005, №4. 64-68 б.

23. Дзевенский А.Я, Хашимов Ф.А, Режимы и показатели электропотребления предприятий текстильной промышленности. Ташкент «Фан» ,1986г.

24. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию. М.: Высшая школа, 1991.

25. Ескин В.В, Булаев Ю. В, Антипов К.А, Оперативных расчеты промышленных распределительных сетей. М.: «Промышленная энергетика» № 4, 2001 г. 22-23 с

26. Жилин Б.В. Расчет электрических нагрузок и параметров электропотребления на ранних стадиях проектирования. Часть 1 М.: «Электрика» № 10, 2001 стр. 19-27

27. Жуков С.А. Этапы создания автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ). М.: Журнал «Промышленная энергетика». 2005, №2, 10-12 с.

28. Железко Ю.С. Статические характеристики погрешностей измерительных комплексов и их использование при расчете недоучета электроэнергии. М.: Журнал «Электрические станции». 2006, №2, 32-40 с.

29. Зайниев Н.З., Успенская С.Н., Юлдашева О.Э. Вопросы управления энергосбережением. «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журнали. Тошкент. 2004, №1-2. 10-16 б.

30. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Степанов В.П. Методы вероятностного моделирования в расчетах характеристик электрических нагрузок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1990.

31. Злобин А.А., Основные разработки отраслевых комплексных программ рационального энергоиспользования и энергосбережения «Энергоэффективность и энергосбережение» № 4, 2003г. стр. 17-19 с.

32. Иванчура В.И, Суханов В.В, Усихин В.Н, Определение потерь электроэнергии в расчетах с энергоснабжающей организацией. М.: Научный журнал «Электрика» № 7, 2001г. стр.8-11.

33. Игнатов И.А, Дмитриев И.Ю, Минеев А.Р, Энергосбережение за счет укрупнения агрегатов, интенсификации их работы, нового электрооборудования. М.: «Электрика» № 2, 2004г. стр 34-37

34. Инструкция, расчет и анализ технологического расхода электроэнергии на передачу по электрическим сетям энергосистемы Республики Узбекистан.Руководящий документ. РД РУ334-482-502-2001. Ташкент, 2001.

35. Камышан И.В. Совершенствование нормирования и планирования электропотребления многономенклатурного предприятия. Журнал «Электрика». 2004, №7, 36-38 с.

36. Ключев Ю.Б, Планирования энергопотребления на промышленным предприятия. М: «Энергия» 1970г.

37. Кораблев А.Д. Экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве. М.: ВО «Агропромиздат», 1988 г.

38. Кораблев В.П, Экономия электроэнергии сбыту. М: «Энергоатом издат», 1987г.

39. Конюхова Е.А. Влияние параметров режимов и элементов системы электроснабжения предприятий на дисконтированные затраты при проектировании. М.: Журнал «промышленная энергетика». 2005, №2, 21-26 с.

40. Красиков Е.В. и др. Терминологическое обеспечение энергопотребления, энергосбережения, энергоэффективности. М.: Журнал «Электрика». 2005, №7, 35-48 с.

41. Крупович В.И., Ермилов А.А., Иванов В.С. Проектирование промышленных электрических сетей.-М.: Энергия, 1979, 328 с.

42. Ланген А.М., Красник В.В. Электрооборудование предприятий текстильной промышленности. М.: Легпромиздат, 1991.

43. Лигерман И.И, Конструирование электроустановок промышленные предприятий. М: «Энергоатомиздат» 1984г.

44. Львовский Е.Н. Статические методы построения эмперических формул. М.: Высшая школа, 1988, 238 с.

45. Марков В.А. Оптимизация установившихся режимов в системах цехового электроснабжения по критерию минимизации потерь мощности. Журнал «Электрика». М.: 2005, №5. 12-15 с.

46. Михайлов В.В, Тарифы и режимы электропотребления. М; «Энергия » 1974г.

47. Могиленко А.В. Потери электроэнергии в электрических сетях различных государств. М.: Журнал «Электрика». 2005, №3, 33-34.

48. Морозов А.В. Определение потерь электрической энергии с помощью корреляционно-регрессионных моделей. Журнал «Электрика». 2005, №3, 31-35.

49. Наумов А.Л. Энергоаудит-инструмент энергосбережения. «Энергосбережения». М.: 2000, №4, 34-37

50. Островский Б.М., Громадский Ю.С. Проектирование и монтаж систем учета электроэнергии. Киев. «Будевэльнык», 1989.

51. Поликарпов Е.А. Об оптимизации систем промышленного электроснабжения. М.: Промышленная энергетика, №8, 2001, 27-29 с.

52. Полянский А.В. Система технического учета и управления энергопотреблением предприятия. М.: «Энергосбережения». 2003, №4, 64-67 с.

53. Программное обеспечение для ОГЭ. М.: Журнал «Главный энергетик». 2006, №6, 78-80 с.

54. Соскин Э.А, Киреева Э.А, Автоматизация управления промышленным энергоснабжением. М: «Энергоатомиздат», 1990г.

55. Справочник по проектированию электроснабжения. Под.ред. Ю.Г.Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат. 1990.

56. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Под ред.Федоров А.А, и Сербиновского Г.В. М.: «Энергия». 1980.

57. Стрюк А.И., Коваленко А.Ю. Единая автоматизированная информационно-измерительная система контроля и учета электроэнергии. М.: Журнал «Электрика». 2005. №5, 7-8 с.

58. Сюскин А.И. Нормативное регулирование взаимоотношений между поставщиками и потребителями по реактивной мощности. М.: Журнал «Электрика». 2003, №7, 13-17 с.

59. Туркин М.С. Об автоматизации процесса разработки автоматизированных систем управления промышленных энергетических комплексов. М.: Промышленная энергетика, №4, 2001 , 29-30 с.

60. www.ziyonet.uz

61. www.elster.ru

62. www.izmerenie.ru

63. www.alphacenter.ru

64. www.metronica.ru