

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

**ОМОНОВ АХМАДЖОН
АЛИҚЎЗИЕВИЧ**

**РЕСПУБЛИКА ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ
ТИЗИМИНИНГ ШАРҚИЙ ҚИСМИ ЭЛЕКТР
ТАРМОҚЛАРИ ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИНИ
ТАҲЛИЛИ**

5A520205 – "ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ"
мутахассислиги бўйича магистр даражасини
олиш учун магистрлик

ДИССЕРТАЦИЯСИ

Илмий раҳбар:

Асқаров С.М.

Фарғона–2012

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	4
I. ЭЛЕКТР ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИНИ ГУРУҲЛАШ	10
1.1. Электр истеъмолчиларини гуруҳлаш	10
1.2. Саноат корхоналари асосий истеъмолчиларининг тавсифлари.....	14
1.3. Электр энергия сифатини белгиловчи кўрсаткичлар	20
1.3.1. Кучланиш оғиши ва тебраниши	21
1.3.2. Кучланиш ва тоқлар шакллариининг носинусоидаллиги ва носимметриялиги	24
II. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИ ИШЛАРИГА КУЧЛАНИШ ОҒИШИНИНГ ТАЪСИРИ	26
2.1. Электр энергия истеъмолчилари ишларига кучланиш оғишининг таъсири	28
2.3. Юқори гармоникалар туфайли қувват йўқотилиши.....	30
2.4. Кучланиш носимметриясини электр энергия истеъмолчилари ишига таъсири.....	31
III. ЭЛЕКТР ЮКЛАМАЛАРНИНГ ГРАФИКЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ТАВСИФЛОВЧИ КЎРСАТКИЧЛАР	33
3.1. Юкламалар графикларини тавсифловчи кўрсаткичлар.....	35
IV. ЭЛЕКТР ЮКЛАМА ГРАФИКЛАРИНИ ТАВСИФЛОВЧИ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА ЎРТАЧА, ЎРТА КВАДРАТИК, МАКСИМАЛ ЮКЛАМАЛАРИ	39
4.1. Электр юклама графикларини тавсифловчи кўрсаткичлари	39
4.2. Ўртача юкламалар	41
4.3. Ўрта квадратик юкламалар	42
4.4. Максимал юклама.....	42
V. ҲИСОБИЙ ЮКЛАМАЛАРНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ	44
5.1. Ҳисобий юкламаларни аниқлаш усуллари	44
5.2. Саноат корхонаси электр таъминоти тизимининг ҳар хил поғоналарида бир неча характерли жойлар.....	46

VI. ҲИСОБИЙ ЮКЛАМАНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ.....	50
6.1. Ҳисобий юкламани ёрдамчи усуллар билан аниқлаш	50
6.1.1. Маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиясининг.....	50
солиштира сарфига асосланган усул	50
6.2. Ҳисобий юкламани корхона майдонининг юза бирлигига тўғри келадиган солиштира юклама асосида аниқлаш.....	52
VII. ҲИСОБИЙ ЮКЛАМАНИ АСОСИЙ УСУЛЛАР БИЛАН АНИҚЛАШ..	54
7.1. Ҳисобий юкламани ўрнатилган қувват ва талаб коэффициенти бўйича аниқлаш	54
7.2. Ҳисобий юкламани ўртача қувват ва форма коэффициенти асосида аниқлаш	55
7.2. Ҳисобий юкламани тартибга солинган диаграммалар усули асосида аниқлаш	56
7.3. Тартибга солинган диаграммалар усулини қўллаш тартиби	61
7.4. Электр энергия сарфини ҳисоблаш усуллари	63
7.5. Қўшимча электр линияларини ўтказиш орқали асосий	65
цехларнинг электр таъминотини ишончлилигини ва.....	65
узлуксизлигини ошириш	65
Қўшимча ҳаво линиялари ўтказиш тавсияси.....	65
ХУЛОСАЛАР	67
Фойдаланилган адабиётлар.....	68
ИЛОВАЛАР.....	72
1–ИЛОВА	72
2 ИЛОВА	76
3 ИЛОВА	81

КИРИШ

Тадқиқотлар мавзусининг долзарблиги. Ҳозирги замонда энергетика тизимини мустаҳкамлигини оширишда истеъмолчиларни турларини юқори кучланиш линияларини аҳамияти жуда катта, бу линиялар орқали энергетика тизимининг ишлаб чиқарувчи ва истеъмол қилувчи қисмлари бирлашади. Яна юқори кучланишли линиялар катта энергия оқимини истеъмолчилар марказига етказди. Жумладан Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмида 2009 йилгача 2 та 500 кВли ҳаво тармоқғи мавжуд бўлиб, 500 кВли Л-503 ҳаво тармоғи 500 кВли “Лочин” подстанцияси билан “Сирдарё” ГРЭС ни боғлаган бўлса, иккинчи 500 кВли Л-504 ҳаво тармоғи эса “Лочин” подстанцияси билан Қирғизистон Республикасида жойлашган “Токтагул” ГЭС орасида боғланишни ҳосил қилган.

2009 йилдан Ўзбекистонда 500 кВ ли тармоқлар базасида ягона электр система тузилган бўлиб бу борада ишлар амалга оширилди, жумладан 500 кВ ли “Ўзбекистон” подстанцияси ишга тушди. “Ўзбекистон” подстанцияси “Янги ангрэн” билан Л-524 500 кВли ҳаво тармоғи орқали боғланган. Бу эса Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмида, яъни Фарғона водийсида электр энергия билан таъминлашда ишончилиликни ошириш ҳамда узатилаётган энергиянинг сифат кўрсаткичларини оширишга эришилди.

Мамлакатимизда айниқса ГЭС ларни қурилишига эътибор беришга эътибор кучайган. Бугунги кунда Андижон вилояти Хонобод туманида жойлашган 29–ГЭС га каскад линияси орқали 36– ГЭС, 2 та 25 мВт ли генератор билан ишга тушурилди. Кундан–кунга электр подстанцияларни қуввати ошиб бормоқда электр тармоқларини конфигурацияси мураккаблашиб уларни юкламаси ошмоқда.

Юкламаларни ошиб бориши ва линиялар узунлиги ортиб бориши, энергетика тизимидаги қурилмаларга талабни кучайтиради.

Реле ҳимоясидан, тезкорлик, сезгирлик ва ишончилиликни талаб қилади. Шу сабабли тўхтовсиз реле ҳимоясини техникасини мукаммаллаштириш ва ривожлантириш йўлида ишлар амалга оширилиши керак.

Узун электр линияларини химоялашга янги химоялар тадбиқ қилинмоқда.

Масофадан туриб химоялаш, мураккаб характеристикали химоялар тадбиқ қилинмоқда. Тебранишлардан блокировкаларни такомиллаштирилмоқда. Секин аста электромеханик релелардан вос кечиб, статик контактсиз системаларга ўтиш кўзда тутилмоқда, янги ишга туширилган “Ўзбекистон” подстанциясида микропроцессорли релелар ишлатилмоқда. Шу сабабли бошқа корхоналарнинг тармоқларида реле химоясида ярим ўтказгичли элементларни қўлланилиши кўпайди. Магнит элементдаги релелар конструкциялари такомиллаштирилиши керак. Герметик ёпиқ контакт «Герконли» релеларни қўлланилиши мақсадга мувофиқ. Бу «Геркон» релелар магнитга таъсир қилади. Улар ўзининг тезкорлиги билан, ишончлилиги ва хажмини кичкиналиги билан яхшидир.

Энергетика тизимида генератор қувватларини ошиши қисқа туташув тоқларини ошишига олиб келади. Бирламчи ток ҳақидаги маълумотларни ўлчаш ва реле химоясига аниқ етказиб беришни талаб қилинади. Бу муаммони ҳал қилиш учун трансформатор тоқларини такомиллаштирилди. Трансформатор тоқларини йўл қўядиган хатолари борлиги учун бирламчи ток ҳақида аниқ маълумот берувчи бошқа аниқроқ ишлайдиган қурилмага талабни кучайтирмоқда.

Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисми Фарғона, Андижон ва Наманган вилоятларини ўз ичига олади. Мустақилликка эришганимиздан кейин катта қувватли истеъмолчиларнинг электр энергия истеъмоли ўзгарди ва янги типдаги истеъмолчилар тармоққа уланди. Жумладан, Фарғона вилояти бўйича, Ёғ-мой комбинати, Сунъий чарм ишлаб чиқариш корхонаси, Ипак ишлаб чиқариш комбинати ва шу каби катта истеъмолчилар Андижон ва Наманган вилоятларида ҳам ўз фаолиятларини тўхтатишди. Мустақиллик натижасида янги типдаги истеъмолчилар тармоққа уланишди, жумладан “Автозавод”, турли хилдаги қўшма корхоналар ва фермер хўжаликларидаги сув насослари.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, Фарғона водийсидаги истеъмолчиларга узлуксиз ва сифатли электр энергия етказиб беришдан ташқари уларнинг тахлили ҳам долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда. Шунинг учун ҳам *“Республика электр таъминоти тизимининг шарқий қисми электр тармоқлари истеъмолчиларини тахлили”* мавзуси диссертация темаси сифатида танлаб олинди.

Диссертациянинг мақсад ва вазифалари. Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмидаги умумий истеъмол қилинаётган электр энергиянинг 85 фоизи ҳаво тармоқлари орқали олиб келинади. Қолган 15 фоиз электр энергия Шарқий қисмида ишлаб чиқарилади. Жумладан, Фарғона иссиқлик энергомаркази (ТЭЦ-7А), Андижон ГЭС (ГЭС-29), Андижон вилоятидаги Шахрихон каскадлари (ШК-1, ШК-2, ШК-5, ШК-6). *Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмидаги истеъмолчиларга истеъмолчиларнинг тахлили асосида узлуксиз ва сифатли электр энергия етказиб бериш диссертациянинг асосий мақсадидир.*

Ҳозирги кунда йирик қувватли ишлаб чиқариш корхоналари чет элда ишлаб чиқарилган замонавий ускуналар ва жихозлар билан таъминланган. Бу эса ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини ва унумдорлигини ошириб ўз маҳсулотларини жаҳон бозоригача олиб чиқиш орқали халқ хўжалиги ва Республикамизнинг ривожланиши учун катта хисса қўшмоқда. Шу ўринда замонавий ускуналар ва жихозларнинг талаб даражасида ишлаши учун узлуксиз ва сифатли электр энергия таъминоти талаб қилинади. Буни йирик корхоналаридан бири «FARG'ONAAZOT» OAJ ни мисолида кўриб чиқамиз. Бизга маълумки, корхонада янги цехларни кўпайгани ва ишлаб чиқаришни асосий қисми (АК–72М аммиакли кислота ва АС–72М аммиакли силитра цехлари) янги майдонга кўчганлиги сабабли, бу цехларни электр энергия билан узлуксиз ва ишончли таъминлаш муаммоси вужудга келди.

Корхонанинг асосий маҳсулоти бўлган, аммиакли кислота ва аммиакли силитрани ишлаб чиқариш корхонанинг асосий (эски) майдонида амалга оширилар эди. Янги майдонда эса фақат «Карбамид» ва унга хизмат қилувчи

«Буг–қозон» цехи ишлар эди. Бу цехлар 110 кВ ли 100–ПС дан таъминланади. 100–ПС бирон бир сабаб билан (мисол учун юқори кучланишли 110 кВ ли линия таянчини ағдарилиб кетиши, чунки 100 ПС га келувчи «Карбамид–1» ва «Карбамид–2» линиялари иккита тармоқли битта таянчида келади) энергетика тизимидан узилиб, қолиши фақатгина янги майдонда жойлашган иккита цехни тўхтаб қолишига олиб келар эди.

2003 йилнинг сентябрь ойдан бошлаб АК–72М аммиакли кислота ва АК–72С аммиакли силитра ишлаб чиқарувчи цехларни қурилиши якунланиб, корхона ишлаб чиқарадиган маҳсулотларнинг ярмидан кўпроғини янги майдондаги цехларда ишлаб чиқарила бошлади. Бу эса ўз навбатида 100–ПС масъулияти кескин оширди.

100–ПС ни ишончи ва узлуксиз ишлаши учун «Карбамид»1 ва «Карбамид»2 линияларига қўшимча бошқа мустақил манбалардан 110 кВ ли линиялар тортиб келиш эҳтиёжи туғилди.

Бу қўшимча линияларни ҳозирги кунда мавжуд бўлган ресурслар ва ички имкониятларга суянган ҳолда кам ыаражат, орзон ва техник жихатдан ишончли қилиб тортиш лозим. Бунинг учун Ушбу диссертацияда иккита вариант тавсия этилади.

Ишлаб чиқариш яна кенгайиб «Меламин» ишлаб чиқарувчи цех қурилса 100–ПС юкламаси ортиб кетади. (100–ПС қуввати 2х32мВт) Бу ҳолда янги мойдон худудига яна 110 кВли 90–ПС қуриш лозим. 90–ПС ҳам иккита мустақил манбадан озиқланса мақсадга мувофиқ бўлади. Диссертацияда шу муаммоларга эътибор берилган.

Диссертация мақсадидан келиб чиқиб, диссертациянинг асосий вазифалари деб қуйидагиларни кўрсатиш мумкин:

1. Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмидаги истеъмолчиларнинг тоифаларга бўлинишини аниқ белгилаб олиш;
2. Улардаги электр энергия етказиб беришдаги жихозларини тўғри танлаш ва қоидалар асосида бошқариш;

3. Истеъмолчиларни электр энергиясидан оқилона фойдаланишларида доимий равишда назорат олиб бориш.

Диссертациянинг амалий аҳамияти. Диссертациянинг амалий аҳамияти сифатида Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмидаги йирик истеъмолчилардан бири бўлган «Farg'onaazot» ОАЖ мисолида тушунтириб берилади. Диссертацияда электр энергиясини ишлаб чиқарувчи системанинг асосий элементи бўлган турбогенераторларни «Farg'onaazot» ОАЖ электр тармоқларига улаш тавсия этилиб 3та вариантлар кўрсатилади.

Турбогенераторлар корхонани 6 кВли электр тармоғига уланиб уни кувватини оширади ва 110 кВ томондаги кучланишлар оғишини сездирмайди.

Генерация килувчи кувватни ортиши қисқа туташув тоқларни ошишига олиб келади. Шунинг учун, 6 кВ томонга токни чегараловчи реакторлар улаш тавсия этилади.

Кўрсатилган вариантлардан техник иқтисодий томондан яхшироғи қўлланишга тавсия этилиб, турбогенераторлар корхонанинг ички имкониятларидаги юқори босимли буғ билан ҳаракатлантирилади.

Диссертациянинг илмий–услубий томонлари. Ушбу диссертацияда Ўзбекистон Республикасининг Шарқий қисмидаги 500 ва 220 кВли подстанциялар ва ҳаво тармоқларини тўлиқ схемаси билан танишиш, ҳамда истеъмолчиларни электр энергия истеъмолини таҳлил қилиш мақсадида йирик қувватли истеъмолчилардан бири бўлган «Farg'onaazot» ОАЖ технологик жараёнларини ўрганиш учун “Карбомид” цехи танлаб олинди. Чунки «Карбамид» цехи технологик жараёнида муҳим ўрин эгаллайдиган К–104М «Бабетта» типдаги турбокомпрессор ва технологик жойлашувига кўра К–104М билан кетма–кет турувчи К–102 А(В) поршинли компрессорларини электр схемасини ўрганиб чиқиш. Компрессорлар ишлашини ишончлилигини йўқотмаган ҳолда аксинча уни ошириш учун схемани соддалаштириб, унда иштирок этувчи элементларни камайтириш назарда тутилади.

Схемадаги релелар сонини кўплиги ва улардан баъзи бирларини вазифаларини ўхшашлиги электр схемани мураккаблаштириб уни ишончли ишланишига салбий таъсир кўрсатади. Электр схемадан асоссиз равишда элементларни олиб ташлаш уни қўполлаштириб унга қўйиладиган талабни бажарилишга тўсқинлик қилади.

I. ЭЛЕКТР ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИНИ ГУРУХЛАШ

1.1. Электр истеъмолчиларини гурухлаш

Электр қурилмалари деганда электр энергиясини ишлаб чиқарувчи, трансформацияловчи, узатувчи, тарқатувчи, бошқа турдаги энергияга айлантирувчи, ток турини, частотасини ва фазалар сонини ўзгартирувчи машиналар аппаратлар, линиялар ва қўшимча жиҳозлар тушунилади.

Электр қурилмалари токнинг тури (ўзгарувчан ва ўзгармас), кучланиши (1кВ гача ва 1 кВ дан юқори) ва ишлатилиши бўйича ҳар хил гуруҳларга бўлинади.

Ишлатилиши бўйича электр қурилмалари қуйидагиларга бўлинади: электр энергиясини ишлаб чиқарувчилар—электр генера—торлари; ўзгартирувчи ва тақсимловчилар—трансформатор подстан—циялари, ўзгарувчан токни ўзгармас токга ёки бошқа частота токга айлантирувчи ускуналар; электр тармоқлари; Истеъмолчилар — электр қабул қилувчилар. Электр истеъмолчилари деганда электр энергиясини бошқа турдаги энергияга айлантирувчи агрегатлар, механизмлар, қурилмалар тушунилади.

Электр қурилмаларининг нейтрал нуқталари ҳолатига қараб қуйидагиларга бўлинади:

- 1) Кучланиши 1кВ гача бўлиб нейтрални тўғридан—тўғри заминланган қурилмалар.
- 2) Кучланиши 1 кВ гача бўлиб нейтрални изоляцияланган қурилмалар;
- 3) Кучланиши 1 кВ дан юқори, бирор линия ерга уланганда заминга ўтадиган токи кичик ($I_3 \leq 500A$) бўлган, нейтрални изоляциялашган қурилмалар;
- 4) Кучланиши 1 кВ дан юқори, бир фазали ерга уланиш содир бўлганда заминга ўтадиган токи катта ($I_3 > 500A$) бўлган, нейтрални тўғридан—тўғри заминланган электр қурилмалар;
- 5) Кучланиши кичик (42 Вольтгача) электр қурилмалари.

Электр таъминотининг ишончлилига қўйиладиган талабларга қараб

электр истеъмолчилар қуйидаги учта тоифаларга бўлинади.

I–тоифа электр истеъмолчилари бундай электр истеъмолчилар–да электр таъминотидаги узилиш кишиларнинг ҳаётини хавф остига қўяди, халқ хўжалиги учун катта зарар келтиради, қимматли қурилмаларни бузилиши ва кўплаб хомашёни чиқитга чиқишига, мураккаб технологик жараённи узок вақтга издан чиқишига, коммунал хўжаликнинг энг муҳим жабҳаларида ишнинг бузилишга олиб келади. I–тоифали электр қабул қилувчилар электр энергияни камида иккита мустақил таъминлаш манъбаларидан олишлари керак ва уларнинг электр таъминотидаги узилиши вақти заҳиридаги манъбани автоматик равишда улашга кетадиган вақт билан белгиланади.

Мустақил манба сифатида икки электр станцияси ёки подстанцияларнинг тақсимлаш қурилмалари ишлатилиши мумкин.

Кўп корхоналарида I–тоифали электр истеъмолчиларининг солиштирма миқдори катта бўлмайди. Нефт кимёси, синтетик каучик ва металлургия корхоналарида I–тоифали электр қабул қилувчиларининг миқдори (70÷80)% ни ташкил этади.

I–тоифали истеъмолчиларидан айримлари алоҳида гуруҳ истеъмолчила–ри туркумига киради. Уларни тўхтовсиз ишлаши таъминланса, кишилар ҳаёти хавф остида қолмайди, портлашлар, ёнғинлар содир бўлмайди ва қиммат баҳоли қурилмалар ишдан чиқмайди. Буларга, масалан компрессорлар, вентиляторлар, насослар, ер ости конларидан юқорига кўтарувчи ускуналарининг юритмалари ва авария ҳолатларда ишлайдиган ёритиш қурилмалари киради. Бундай алоҳида гуруҳ истеъмолчилари учун учинчи қўшимча мустақил таъминлаш манбаси бўлиши керак.

II–тоифали электр истеъмолчилари–бундай электр истеъмолчиларининг электр таъминотидаги узилиш кўплаб маҳсулотларни ишлаб чиқарилмаслиги–га, ишчиларнинг оммавий туриб қолишига, механизмлар ва корхона транспортини ишламаслигига, шаҳар ва қишлоқ аҳолисининг кўп қисмининг нормал фаолиятини бузилишига олиб келади. Бу

тоифадаги истеъмолчилар корхоналарда энг куп қисмни ташкил қилади. Уларнинг электр таъминотини иккита мустақил электр манбалар орқали бажарилиши тавсия этилади. II–тоифали истеъмолчиларда электр таъминотидаги узилиш вақти заҳиридаги манбани навбатчи шахс ёки махсус бригада фаолиятининг улашга кетадиган вақти билан белгиланади.

III–тоифали электр истеъмолчиларига юқорида танишилган I ва II–тоифали истеъмолчилар туркумига кирмайдиган барча электр қабул қилувчилар киради. Уларнинг электр таъминоти битта манба орқали бажарилиши мумкин. III–тоифадаги истеъмолчилар электр таъминотидаги узилиш 24 соатдан ошмаслиги керак. Токнинг частотасига қараб истеъмолчилар 50 Гц частотали, юқори (10 кГц гача), ўта юқори (10 кГц дан катта) ва паст частотали манбалардан ишлайдиган истеъмолчиларга бўлинадилар. Корхоналарда асосан 50 Гц частотани истеъмолчилар ишлатилади. Юқори ва ўта юқори–частотали қурилмалар металлларни эритишда, тоблашда, қолиплашда кенг ишлатилади. Бундай манбаларни ҳосил қилиш учун тиристорли, ионли ёки лампали ўзгартгичлар ишлатилади. Паст частотали истеъмолчилар туркумига транспортда ($16\frac{2}{3}$ Гц), суюлтирилган металлни аралаштиришда (25 Гц гача) ишлатиладиган коллекторли электр юритгичлар киради. Паст частотали электр истеъмолчилар саноат корхоналарида кенг тарқалмаган.

Саноат корхоналаридаги электр истеъмолчиларининг иш режимларига қараб уч характерли гуруҳларга бўлиш мумкин:

1. ўзгармас ёки деярли ўзгармас юклама билан ишлайдиган истеъмолчилар. Бундай режимда ишлайдиган қурилмаларда узоқ вақт ишлаш давомида улар қисмларининг ҳарорати рухсат этилганидан ошмайди. Вентиляторлар, насослар, компрессор–ларнинг электр юритгичлари ушбу ҳолатда ишлайдилар.

2. Қисқа муддатда ишлайдиган қурилмалар. Бундай ҳолатда машина ёки аппаратларнинг ишлаш вақти кичик бўлиб, иш вақтида улар

қисмларининг ҳарорати мўлжалланган турғун қизиш даражасига етмайди. Танаффус вақти эса узоқ бўлиб машина ёки аппаратлар қисмларнинг ҳарорати атроф муҳит ҳароратига тенглашади. Мисол тариқасида бундай истеъмолларга металлларга ишлов берувчи станокларининг ёрдамчи механизмларининг юритмаларини келтириш мумкин.

3. Такрорий қисқа муддатда ишловчи истеъмолчилар. Бундай қурилмаларда ишлаш вақти қисқа тўхташ вақти билан алмашилиб туради. Такрорланувчи қисқа муддатда ишлаш режими хусусиятини баҳолаш учун нисбий уланиш давомийлиги (продолжительность включения – ПВ%) УД% катталигидан фойдаланилади:

$$UD\% = \frac{t_{иш}}{t_{иш} + t_0} \cdot 100 = \frac{t_{иш}}{t_{ц}} \cdot 100\%$$

Бунда: $t_{иш}$ – истеъмолчининг юк билан ишлаш давомийлиги;

t_0 – истеъмолчининг электр тармоғидан ажратилган ҳолати давомийлиги;

$t_{ц} = t_{иш} + t_0$ – такрорланувчи цикл давомийлиги ($t_{ц} \leq 10$ минут бўлиши керак)

Электротехника саноатида уланиш давомийлиги (УД_н) 15,25,40 ва 60% бўлган электр машиналари ишлаб чиқарилмоқда. Такрорланувчи қисқа юкламали электр юритгичларни паспортида кўрсатилган қувватни ўзгармас юкламали режимидаги (УД=100%) қувватга қуйидаги муносабат орқали келтирилади.

$$P_n = P_{пасп} \sqrt{UD_{пасп}}$$

бу ерда P_n – номинал давомли қувват;

$P_{пасп}$ – электр истеъмолчининг паспортида келтирилган қувват;

УД_{пасп} – паспортда кўрсатилган нисбий уланиш давомийлиги;

Пайвандлаш машиналари, электр печларининг трансформаторларга учун

$$P_n = S_{пасп} \sqrt{UD_{пасп}} \cos \varphi_{пасп}$$

Бунда $S_{пасп}$, УД_{пасп}, $\cos \varphi_{пасп}$ – қурилманинг паспортда берилган тўла

кувват, нисбий уланиш давомийлиги, кувват коэффиценти.

1.2. Саноат корхоналари асосий истеъмолчиларининг тавсифлари

Ҳозирги замон корхоналарида ишлаб чиқариш жараёнлари ўзларининг мураккаблиги ва кўп энергия қабул қилувчи агрегатларининг мавжудлиги билан ажралиб туради. Саноат корхоналарининг электр юкламалари тайёрланаётган маҳсулотларининг миқдори, технологик жараённинг автоматлаштириш даражаси, атроф муҳитни исрофлантормасликни қўйиладиган талаблар, ишчи ва хизматчиларни иш шароитларини яхшилаш ва муҳофаза қилиш билан боғлиқ бўлган кўрсаткичлари билан белгиланади.

1. Умумсаноат куч қурилмалари. Бу гуруҳ истеъмолчиларга компрессорлар, вентиляторлар, насослар ва кўтарма – транспорт қурилмалари киради. Бу қурилмаларнинг юриткичлари ўзгармас юклама билан узоқ вақтгача ишлайди ва қувватларига қараб 0,22÷10 кВ кучланишда 50 Гц частотали электр энергияси билан таъминланадилар. Юкламалар асосан текис ва симметрик. Бу қурилмаларнинг қувват коэффицентлари стабил бўлиб 0,8–0,85 оралиғида. Электр таъминотида узилиш содир бўлиши керак эмас. Масалан металлургия заводининг насос станцияларидаги электр таъминотидаги узилиш домна печларини ишдан чиқариб жуда катта миқдорида зарар келтиради. Ёнгин пайтида насос қурилмаларини электр манбаларидан узилиши қандай оқибатларга олиб келиши ҳақида тушунтирилмаса ҳам бўлади. Айрим цехларда вентилятор юриткичларида электр таъминотини тўхташи ишлаётган кишиларни ялпи заҳарланишига олиб келади. Бундай қурилмалар 1 чи тоифали истеъмолчилар туркумига киради. Улар камида икки мустақил таъминлаш манбаларидан электр энергиясини олишлари керак.

Катта қувватли компрессорларда, насосларда ва вентиляторларда электр юритма сифатида реактив қувват ишлаб чиқарувчи синхрон машиналар ишлатилади.

Кўтарма–транспорт қурилмалари такрорий қисқа муддатли режимда ишлайдилар. Бу қурилмаларда юкламани кескин ўзгариш ҳоллари кўп учрайди. Шунинг учун қувват коэффиценти катта ораликда ўзгаради (0,3–0,8). Бу қурилмалар қаерда ўрнатилганлигига қараб 1 чи ёки 2 чи тоифали бўлиши мумкин. Кўтарма–транспорт қурилмаларида 50 Гцли ўзгарувчан ток ёки ўзгармас ток ишлатилади. ўзгарувчан ток томонидан юклама учта фаза учун симметрик бўлади.

2. Электр ёритиш қурилмалари. Электр ёритгичлари бир фазали истеъмолчи ҳисобланиб, биттасининг қуввати 2 кВт дан ошмайди. Ёритиш қурилмалари фазалар бўйича тўғри тақсимланса, етарли даражадаги симметрик юк ҳосил қилиши мумкин (носимметриялик даражаси 5–10% дан ошмайди).

Юклама характери бир текис, кескин ўзгаришсиз бўлади, лекин кун, йил давомида унинг миқдори ўзгариши мумкин. Токнинг частотаси 50 Гц. Қувват коэффиценти чўғланувчи лампалар учун 1 га, разрядли лампаларда эса 0,6. Газ разрядли лампалар ишлатилганда нол линияларда юқори гармоникали тоқлар ҳосил бўлади.

Саноат корхоналарининг ёритиш қурилмаларида 6–220 В кучланиш ишлатилади. Ёритиш қурилмаларининг ишлатилиши ўрнига қараб улар бир ёки икки мустақил манбалардан энергия оладилар. Агар корхоналарда ёритиш қурилмаларининг учишидан кишилар ҳаёт хавф остида қоладиган бўлинса, бундай фавқуллотдаги ҳолат учун махсус ёритиш тизими ишлатилади.

3. ўзгартириш қурилмалари. Бундай қурилмалар асосида 50Гц уч фазали токни ўзгармас токга ёки бошқа частотали токга айлантирилади. Саноат корхоналарида ўзгартгичларнинг қуйидаги турларидан фойдаланилади: ярим ўтказгичли; симоб қурилмали; юритгич–генераторли; механик тўғирлагичли. Бу қурилмалар электролиз ванналари, корхона ичидаги электр транспорти, электр филтрлар, ўзгармас ток пайвандлари ускуналари, кўплаб аппарат ва машиналарнинг юритгичларини электр билан

таъминлашда ишлат—илади.

Рангли металлургия корхоналарида алюминий, мис, рух ва бошқа тоза металлларни электролиз усули билан олишда кремний асосида яратилган ўзгартгичлардан кенг фойдаланилади. Бундай қурилмаларда 6–35 кВ ли, 50 Гц ли токни технологик жараён талаб қиладиган кучланишли (835 В гача) ўзгармас токга ўзгартирилади. Электролиз қурилмалари 1 чи тоифали истеъмолчилар туркумига киради, уларнинг электр таъминотида қисқа муддатли узилишлар бўлиши мумкин. Электролиз қурилмаларининг юкламалари текис ва симметрик. Қувват коэффиценти 0,85–0,9 оралигида. Электролиз жараёнида ўзгармас ток миқдорини бирдек сақлаш талаб этилади ва шу муносабат билан ўзгарувчан ток томонидаги кучланишни ростлаш зарур бўлади.

Завод ичкарасидаги электр транспорт қурилмаларининг қувватлари 100–3000 кВт оралигида бўлиб, қувват коэффицентлари 0,7–0,8 ни ташкил этади. ўзгарувчан ток томонидаги фазаларидаги юклама симметрик ва кескин ўзгарувчан. Корхоналарда транспортни тўхташи катта қийинчиликларга олиб келади. Шунинг учун бу истеъмолчилар 1 чи ёки 2 чи тоифали ҳисобланиб, электр таъминоти тизимида қисқа муддатли узулишларга рухсат этилади.

Газ тозаловчи электр фильтрларида ишлатиладиган ўзгарт–гичларнинг қуввати 100–200 кВт гача бўлади. Улар махсус трансформаторлар орқали (бирламчи чўлғам кучланиши 6–10 кВ иккиламчи чўлғам юқори кучланиш 110 кВ гача) уланилади. Бу қурилмаларнинг қувват коэффиценти 0,7–0,8 оралигида. ўзгарувчан ток қисмида юклама симметрик ва текис. Электр таъминотида узилиш содир бўлишига рухсат берилади. Кимё заводларида электр фильтрлар 1 чи ёки 2 чи тоифали истеъмолчилар туркумига киради.

4. Ишлаб чиқариш механизмларининг электр юритгичлари. Бундай истеъмолчилар барча корхоналарда мавжуд бўлиб, ҳозирги замон станокларида электр машиналарининг барча турлари ишлатилади. Юритгичларнинг қувватлари жуда хилма–хил бўлиб бир неча Вт лардан юзлаб кВт ларгача боради. Юқори частотали айланма ҳаракат ҳосил қилиш

ва уни бошқариш талаб қилинадиган станокларда ўзгармас токда ишлайдиган электр юритгичлардан фойдаланилади. Электр тармоқ кучланишлари 660–380/220В бўлиб частотаси 50 Гц. Электр таъминоти ишончилиги бўйича, кўп ҳолларда, бу истеъмолчилар 2 чи тоифали ҳисобланадилар. Айрим станоклар учун хавфсизлик техникаси нуктаи назаридан электр таъминотида узилиш бўлмаслиги талаб қилинади.

5. Электр печлари ва электротермик қурилмалар. Электр энергиясини иссиқликга айлантириш усулларига қараб бу қурилмалар қуйидагиларга бўлинадилар: қаршилик печлари, индукцион печлар ва қурилмалар; ёйли электр печлари; аралаш усулларда ишловчи печлар.

Қаршилик печлари қиздириш усулига қараб билвосита ва бевосита таъсир этувчи печларга ажратилади. Билвосита таъсир этувчи печларда ҳосил бўладиган иссиқлик махсус иситиш элементларидан токнинг ўтиши натижасида бунёд этилади. Бундай печ қурилмаларида 1000 В гача кучланиш ишлатилиб, частотаси 50 Гц. Қурилмаларнинг қувватлари минг кВт дан юқори, қувват коэффициентлари эса кўп ҳолларда 1 га тенг. Улар бир ёки уч фазали қилиб ишлаб чиқарилади.

Бевосита таъсирли печларда ҳхосил бўладиган иссиқлик буюм (материал) орқали электр токи ўтиши натижасида ҳосил бўлади. Уларнинг қувватлари 3000 кВт гача бўлиши мумкин. Бундай печлар асосан 380/220 В кучланишли 50Гц тармоқга уланадилар. Қувват коэффициенти $0,7 \div 0,9$ оралиғида бўлади. Қаршилик печлари II–тоифали истеъмолчилар туркумига кирадилар.

Индукцион ва диэлектрик печлар ва қурилмалар металлларни эритишда, тоблашда ва диэлектрикларни қиздиришда ишлатилади.

Индукцион печларда металлни эритиш ундан индукцион токнинг ўтиши натижасида ҳосил бўладиган иссиқлик ҳисобига бўлади. Эритиш печлари ферромагнит ўзакли ёки ўзаксиз қилиб тайёрланиши мумкин. ўзакли печлар рангли металллар ва уларнинг қотишмаларини эритишда ишлатилади. Улар бир, икки, уч фазали қилиб ишлаб чиқариладилар ва қувватлари 2000

кВА гача бўлади. Қувват коэффициентининг миқдори алюмин эритишда $0,2 \div 0,4$ оралиғида, мис эритишда эса $0,6 \div 0,8$ оралиғида кузатилади. Ўзаксиз печлар асосан юқори сифатли пўлат эритишда ишлатиладилар. Улар кўп ҳолларда юқори частотали (500–10000 Гц) тиристорли ёки электр машинали ўзгартгичлар орқали ишлайдилар. Юритгичлар эса корхона частотали манбалардан таъминланадилар. Бундай печларнинг қувватлари 4500 кВА дан ошмайди, қувват коэффициентлари эса кичик (0,05–0,25). Эритиш печлари 2 чи тоифали истеъмолчилар гуруҳларига кирадилар.

Диэлектр қиздириш қурилмаларида қиздириладиган буюм конденсаторнинг электр майдони таъсирига жойлаштирилади ва қизиш силжиш токнинг ҳисобига бўлади. Бундай қурилмалар ёғочларни қуритишда, пресс–кукунларни қиздиришда, пластинкаларни пайвандлашда, маҳсулотларни стериллашда кенг ишлатиладилар. Таъминлаш 20–40 МГц ли манбалардан бажарилади. Электр таъминотининг узликсизлиги бўйича диэлектрик қиздириш ускуналари 2 чи тоифали истеъмолчилар гуруҳига киради.

Электр ёй печлари бевосита ва билвосита таъсир қилувчи печларга бўлинадилар. Биринчи ҳолда металлни қиздириш ва эритиш электрод ва металл оралиғида бўладиган ёйдан келиб чиқадиган иссиқлик ҳисобига бўлади. Бевосита таъсирли печларнинг кенг тарқалгани пўлат эритувчи ва вакуумли печлардир.

Пўлат эритувчи печлар саноат частотали, 6–110 кВ ли электр манбасига уланадилар. Бир қурилманинг қувват 45000 кВА гача бўлиб қувват коэффициенти 0,85–0,9. Металлни эритиш жараёнида эксплуатацион такрорий қисқа туташув содир бўлади ва токнинг миқдори меъёридан 2,5–3,5 маротаба ортади. Бу эса подстанция шиналаридан кучланишни пасайишига олиб келиб, бошқа электр истеъмолчиларининг ишига солбий таъсир қилади. Шунинг учун кўп ҳолларда бундай печларга айрим трансформатор подстанцияларидан энергия берилади.

Ёйли вакуум печларининг қуввати 2000 кВА гача бўлиб таъминлаш 30–

40 В ўзгармас ток манбасидан бажарилади. Электр энергиясининг манба сифатида 50Гц ли тармоқга уланадиган ярим ўтказгичли ёки электр машинали ўзгартгичларни ишлатиш мумкин. Вакуумли ёй печлари 1 чи тоифали истеъмолчилардан ҳисобланади.

Билвосита таъсир этувчи печларда металлни қиздириш, эритиш кўмир электродлар оралигидаги ёйдан ҳосил бўлган иссиқлик ҳисобига бажарилади. Бундай печлар мис ва унинг қотишмаларини эритишда ишлатилади. Қуввати 500 кВА дан ошмайди. Билвосита печлар 50 Гц ли тармоқга махсус трансформатор орқали уланилади. Электр таъминотини ишончлиги нукта назаридан 1 тоифали истеъмолчи ҳисобланади.

Аралашига қиздириш печларни руднотермик ва электро–шлакли қайта эритиш печларига бўлиш мумкин.

Руднотермик печларида материалларни эриши шихта орқали электр токини ўтиши ва ёй натижасида ҳосил бўладиган иссиқлик ҳисобига амалга оширилади. Бу печлар темир қотишмалари, чуян, қўрғошин олишда ва мис қотишмаларини эритишда ишлатилади. Электр таъминоти 50 Гц ли тармоқдан махсус пасайтирувчи трансформатор орқали амалга оширилади. Печнинг қувват 100.000 кВА гача бориши мумкин. Қувват коэффициент 0,85–0,92 га тенг. Электр таъминоти узлуксизлиги бўйича 2 чи тоифали истеъмолчилар туркумига киради.

Электрошлакли қайта эритиш печларида қиздириш шлакдан электр токининг ўтиши ҳисобига бўлиб, эритиш эса электр ёйи иссиқлиги натижасида амалга оширилади. Электрошлакли қайта эритиш юқори сифатли пулат ва уларнинг қотишмаларини олишда ишлатилади. Печларни таъминлаш 6–10 кВ ли тармоқдан махсус пасайтирувчи трансформатор орқали (иккиламчи кучланиш 45–60 В) бажарилади. Улар бир ёки уч фазали бўлишлари мумкин. Қувват коэффициенти 0,85–0,95 га тенг. Электр таъминоти ишончилиги бўйича электр шлакли қайта эритиш печлари 1^{чи} тоифали истеъмолчилар гуруҳига киради.

Электр пайвандлаш қурилмалари барча корхоналарда мавжуд

бўлиб, ўзгарувчан ва ўзгармас токда ишловчи қурилмаларга бўлинадилар. Технологик нуқта назардан пайвандлаш қурилмаларини контактли ёки ёйли гуруҳларга ажратиш мумкин.

Ўзгармас токда ишлайдиган пайвандлаш агрегатлари ўзгарувчи ток юритгичли ва ўзгармас ток генераторларидан тузилган бўлади. Бундай қурилмалар уч фазали ўзгарувчан токда симметрик юкламани ташкил этади. Қувват коэффициент меъёрий юкламада 0,7–0,8 оралиғида бўлади, салт ишлаганда 0,4 дан ошмайди. ўзгармас токда ишлайдиган пайвандлаш агрегатларини ярим ўтказгичли тўғрилагичлар асосида ҳам бажариш мумкин.

Ўзгарувчан токдаги электр пайвандлаш қурилмалари 50 Гц ли қучланиши 380, 220 В бўлган тармоқдан ишлайдилар. Уларда бир фазали пайфандлаш трансформатори қўлланилади ва иш режими такрорий қисқа ҳисобланади. Битта қурилманинг қуввати 9–32 кВА оралиғида бўлади. Қувват коэффициенти ёйли пайвандлаш қурилмаларида 0,3–0,35ни, контактли пайвандлашда эса 0,4–0,7ни ташкил этади. Электр таъминотининг ишончлилиги бўйича 2 чи тоифали истеъмолчилар гуруҳига киради.

1.3. Электр энергия сифатини белгиловчи кўрсаткичлар

Электр энергия истеъмолчилари ўзларига юклатилган вазифаларни маълум бир шароитлардагина тўла–тўқис бажаришлари мумкин. Бундай шароитларни белгиловчи параметрлар *электр энергия сифати* деб юритилади. Сифат белгиларининг исталган томонга оғиши энергиядан чала фойдаланишга сабабчи бўлади. Шунингдек, электр қурилмалари ва жиҳозлардан фойдаланмасликка ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулот кам бўлишига ва бошқаларга сабабчи бўлади.

Электр энергияси сифат муаммосини ҳал қилишда иқтисодий, математик ва техник аспектлар кўрилиши керак. Иқтисодий аспект ўзига электр таъминотида сифатсиз энергия истеъмол қилгандаги зарарларни ҳисоблаш усуллари яратишни кўзда тутса, математик аспект сифат кўрсаткичларини у ёки бу усуллар билан ҳисоблашни, техник аспекти эса техник восита ва тадбирларни яратиш, сифатини кўтаришни ва сифат

белгиларини назорат ҳамда бошқарув усулларини яратиш ва ишлаб чиқаришни қамраб олади.

Умуман олганда «Электр энергияси сифати» деганда энергия тизимнинг асосий параметрларининг ўрнатилган нормадаги қийматларга тўғри келиши ва шу қийматлар билан энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш тушунилади.

Электр энергия сифати қиймати кучланиш ва частоталар оғиши, уларнинг ўзгариш кўлами, электр қийматларининг носинусоидаллиги, кучланишлар носимметриялиги билан белгиланади.

Частотанинг оғиши бу – 10 минут оралиғида частотанинг ҳақиқий қийматини номинал қийматдан фарқини кўрсатувчи ўртача қиймат. Нормал ҳолатда частотанинг оғиши номинал қийматдан $\pm 0,1$ Гц ўзгариши руҳсат этилади. Қисқа вақт ичида эса $\pm 0,2$ Гц га ўзгариши мумкин.

Частотанинг тебраниши бу – частотанинг ўзгариш тезлиги секундига 0,2 Гц дан кичик бўлмаганда, режим параметрларининг тез ўзгаришида асосий частотанинг энг юқори ва энг кичик қийматлари орасидаги фарқ ҳисобланади.

Частотанинг тебраниши, оғишга руҳсат берилган $\pm 0,1$ Гц дан ташқари, $\pm 0,2$ Гц дан оғиши мумкин эмас.

$$\delta f = f_{\max} - f_{\min} \quad ; \quad \delta f \% = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_{\text{ном}}} * 100\%$$

1.3.1. Кучланиш оғиши ва тебраниши

Кучланишнинг оғиши бу – иш режимининг секин ўзгаришида, яъни кучланишни ўзгариш тезлиги секундига 1% дан ошмаганда, кучланишнинг ҳақиқий қийматининг унинг номинал қийматидан фарқига айтилади.

$$\Delta U = U - U_n \quad \text{ёки} \quad \Delta U \% = \frac{U - U_n}{U_n} 100\%$$

Нормал иш ҳолатларида кучланишнинг оғиши қуйидаги қийматларда руҳсат этилади:

–5÷+10% гача электр юриткич ва аппаратларнинг қискичларида юргизиш ва бошқариш пайтида;

– 2,5÷+5% гача иш юритиш қурилмалари қискичларида;

±5% қолган электр истеъмолчилар қискичларида.

Авариядан кейинги ҳолатларда кучланиш камайиши қўшимча 5% га рухсат этилади.

Ҳар қандай электр истеъмолчи кучланишни номинал қийматига мос қилиб қурилган, шу билан кучланишни меъёрида ўзгариши уни нормал ишлашига таъсир қилмайди. Кўрсатилган меъёрдан ўзгарганда истеъмолчиларнинг иш ҳолати бузулиши мумкин (Электротермик қурилмаларида ҳарорат узгариши, ёриткичларнинг ёритилганлик даражаси ўзгариши, электр юриткич валида ФИКнинг ўзгариши ва бошқалар).

Электр таъминоти системасида кучланиш оғишига асосий сабаб электр истеъмолчилар режимининг ўзгариши, таъминловчи энергия системанинг ҳолатининг ўзгариши, линиянинг 10–6кВ етарлича қаршиликлари ўзгариши.

Кучланишнинг кўрсатилган меъёрларда ўзгариши ҳам истеъмолчиларнинг техник–иқтисодий кўрсаткичларига таъсир кўрсатади.

Кучланишнинг оғиши бир канча тез–тез ўзгариб турувчи факторларга боғлиқ. Кучланиш оғишининг оқибатлари фақатгин қийматида эмас, балки кучланиш оғишининг давомийлигига ва кучланиш оғиши таъсир қилган истеъмолчилар ҳажимига ҳам боғлиқ бўлади. Масалан: қисқа вақт ичида юз берган баъзи маълум бир истеъмолчилар учун кучланиш оғишининг оқибати шу оғишни бартараф қилиш учун кетган сарф–харажатдан қимматга тушиши мумкин.

Кучланиш сифатини тавсифлаш учун ҳозирги вақтда эҳтимоллик назариясига асосланган баҳолаш услуби яратилган бўлиб, унинг асосини математик статистика ташкил этади. Бу усул биринчи марта П.Айере томонидан таклиф этилган. Бу усулга кўра аста–секинлик билан ўзгарувчи кучланишининг истеъмолчининг иқтисодий кўрсаткичлари яхши бўлишлигини аниқлаш аниқ ва қулай равишда олиб боришлик учун T

даврида кучланиш оғишининг ўртача квадрати орали бажариш керак бўлади. Муаллиф томонидан бу усул бир хил бўлмаган кучланиш деб юритилади:

$$(\delta U_{ok})^2 = \frac{10000}{T} \int_0^T (\delta U_i)^2 dt$$

бунда $(\delta U_t) = \frac{U_t - U_H}{U_H} - t$ вақт орасидаги кучланиш оғиши;

$U_t - t$ вақтда тармоқнинг кўрилаётган нуқтасидаги кучланиш оғиши.

Кучланиш ҳар хиллигининг ўлчов бирлиги фоизнинг квадрати билан белгиланган: $1(\%)^2$ ёки $1/10000$. Масалан, $25(\%)^2$ ли кучланиш ҳар хиллигида нисбий оғишлик квадрати $25/10000$ га, оғишликнинг ўзи эса $5/100$ ёки 5% га тенг.

Электр тармоғидаги кучланиш режимини таҳлил қилишлик учун махсус анализаторлар қўлланилади. Улар ёрдамида оғишликнинг ўртача квадрaтини ўлчаш мумкин. Шунингдек, T давр ичидаги кучланиш оғишнинг ўртача қийматини ҳам ўлчаш имконияти туғилади:

$$U_{урт} = \frac{100}{T} \int_0^T U_i dt$$

Бу қийматлар бўйича қийматлар дисперсияси, яъни тасодифий қийматларнинг ўртача қийматдан оғиш меъёри аниқланади:

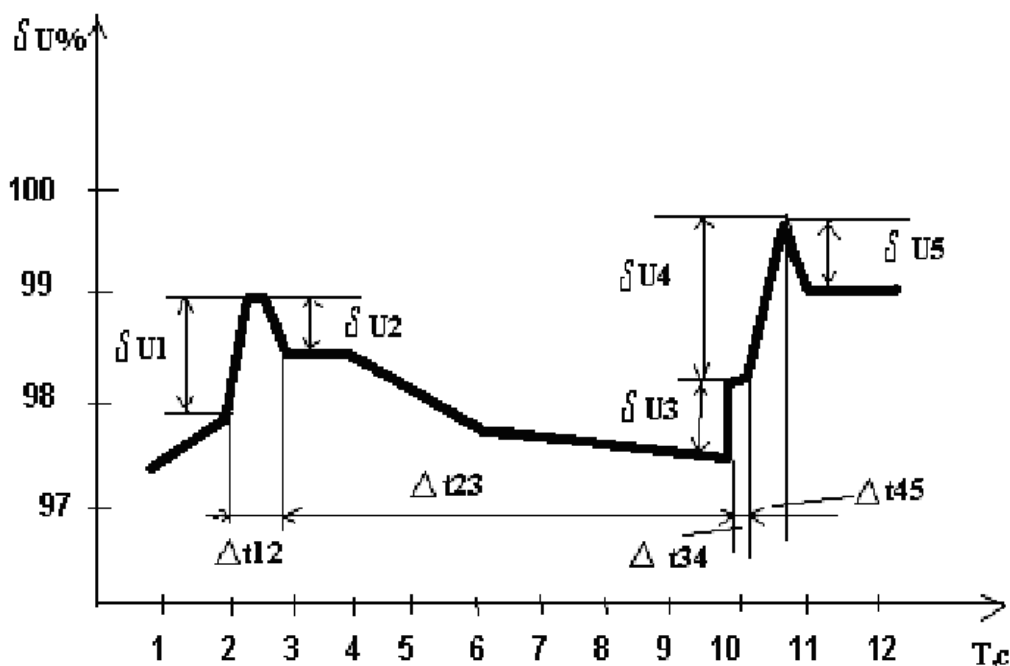
$$\sigma^2 = (\delta U_{урт.кв})^2 - (U_{урт})^2$$

Олинган қийматлар $\sigma^2, (\delta U_{урт.кв})^2$ ва $U_{урт}^2$ бўйича берилган қийматнинг оғиш эҳтимоллиги аниқланади. Бунинг учун нормал функциялар тақсимооти (эҳтимоллик интегрaли) жадваллари ёрдамга келади.

Кучланиш тебраниши. Кучланиш тебраниши қуйидаги кўрсаткичлар билан белгиланади:

а) Кучланишнинг тебраниши δU – бу иш режимининг етарлича тез ўзгаришида, яъни кучланиш ўзгариш тезлиги секундига 1% дан кам бўлмаганда, кучланишнинг таъсир этувчи энг катта ва энг кичик қийматлари ўртасидаги фарқ тушунилади:

$$\delta U\% = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_H} 100\%$$



б) Кучланишнинг ўзгариш частотаси (1/с, 1/мин, 1/соат) $F=m/T$

бунда m – кучланиш ўзгариш тезлиги секундига 1% дан кам бўлмаганда кучланишнинг T вақт оралиғида ўзгаришлар сони.

в) Кучланишнинг кетма–кет ўзгаришлари оралиғи Δt_{kj} .

Қуйидаги расмда кучланишни вақт бўйича ўзгариш графиги кўрсатилган бўлиб, унда 12 секунд давомида кучланиш 5 маротаба қулоч ёяди.

Расмда $\delta U_1, \delta U_2, \dots, \delta U_5$ – кучланиш ўзгаришининг қулочлари;

$\Delta t_{12}, \Delta t_{23}, \dots, \Delta t_{m5}$ – кетма–кет келаётган экстремумлар орасидаги вақт интервали; T – ўлчов олиб борилган оралиқ вақт.

1.3.2. Кучланиш ва тоқлар шакллариининг носинусоидаллиги ва носимметриялиги

Тармоқнинг носинусоидаллиги кучланиш эгрилигининг носину–соидаллик коэффиценти билан характерланади ва қуйдаги формуладан топилади:

$$K_{nc} = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_1} 100\% \approx \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_{ном}} 100\%$$

бу ерда U_ν – ν -чи гармоникадаги кучланишнинг таъсир қилувчи қиймати, U_1 –биринчи энг асосий гармониканинг таъсир қилувчи қиймати.

Носинусоидаллик коэффиценти ҳар қандай истеъмолчиларда 5% дан ошмаслиги керак.

Кучланиш носимметриялиги деганда фазавий ёки линиявий кучланишларининг амплитудавий ёки фазавий бурчак силжишларининг ўзаро тенг бўлмаслиги тушунилади.

Носимметриянинг нормаланган кўрсаткичи бу тескари йўналган кучланиш U_2 бўлиб ҳисобланади ва у қуйидагича аниқланади:

$$\varepsilon_2 = \frac{U_2}{U_{ном}} 100\%$$

Бу коэффицентнинг руҳсат этилган қиймати 2%.

Электр энергия сифат кўрсаткичларининг меъёридан ўзгариши электр таъминоти системасида электр энергия исрофига, электр қурилмаларининг ишончли ишлаш даражасини пасайишига, технология жараёнларининг бузилиши ва маҳсулот ишлаб чиқаришнинг камайишига олиб келади.

II. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИ ИШЛАРИГА КУЧЛАНИШ ОҒИШИНИНГ ТАЪСИРИ

Кучланиш оғишининг маълум бир истеъмолчиларни ишлаш режимларига ва технологик жараёнга таъсирини бир неча мисоллар асосида кўриб чиқамиз.

Ҳозирги кунда энг кенг қўлланилган электр истеъмолчи бу асинхрон юритгичдир. Жадвалда кучланиш оғиши -10 дан $+10\%$ оралиқда асинхрон юриткичларнинг тавсифиларига таъсири кўрсатилган.

№	Юритгич тавсифи	Кучланиш ўзгаргандаги тавсифлар ўзгариши	
		-10%	$+10\%$
1	Ишга тушурувчи ва айлантирувчи момент	-19%	$+21\%$
2	Синхрон айланиш частотаси	const	const
3	Сирпаниш, %	$+23\%$	-17%
4	Номинал юкламада айланиш частотаси	$-1,5\%$	$+1\%$
5	ФИК		
	а) номинал юкламада	$+2\%$	$+1\%$
	б) юклама 75% да	const	const
	в) юклама 50% да	$-1\div-2\%$	$-1\div+2\%$
6	Куйдаги юкламаларда $\cos \varphi$		
	а) 100%	$+1\%$	-3%
	б) 75%	$+2\div+3\%$	-4%
	в) 50%	$+4\div+5\%$	$-5\div-6\%$
7	Номинал юкламада ротор токи	$+14\%$	-11%
8	Номинал юкламада статор токи	$+10\%$	-7%
9	Ишга тушириш токи	$-10\div-12\%$	$+10\div+12\%$

10	Номинал юкламада чулгамларда t – хароратнинг усиши	$+5\div+6^{\circ}\text{C}$	Амалда узгармайди
----	---	----------------------------	----------------------

Юқоридаги келтирилган қийматлар фақатгина юритгич тавсифини кўрсатади. Номинал қийматдан оғиш юритгич билан бирга ишлаётган қурилмаларнинг ҳам иш ҳолатига таъсир қилиб бир қанча иқтисодий зарар келтиради.

Келтирилган қуйидаги кўрсаткичлар сифатсиз кучланиш келтирган зарарларни кўрсатади:

1. Кучланишнинг ўртача 3,86% номинал қийматдан оғиш оқибатида 280 кВт қувватли электропечлар рангли металл эритишда ортиқча исрофгарчилик 65000кВт соат/йил бўлади.

2.Кучланиш оғиши 2,87% бўлганда пойабзал ишлаб чиқарувчи фабрикаларнинг иссиқ вулканизация цехи сифатсиз маҳсулот ишлаб чиқаради, чунки оғишнинг $+1\div-2\%$ и ҳароратнинг ошишига олиб келади, бу эса маҳсулот ишлаб чиқаришни секинлаштиради ва бунда 1 млрд. сум/йил зарар келтириши мумкин.

3.10000кВА қувватли электропеч суткасига 44 тонна силикохром маҳсулотни ишлаб чиқаради. Кучланишнинг 5–9% камайишида ишлаб чиқарувчанликни 38,8 тоннага камайтиради, бу тахминан 12% бўлади.

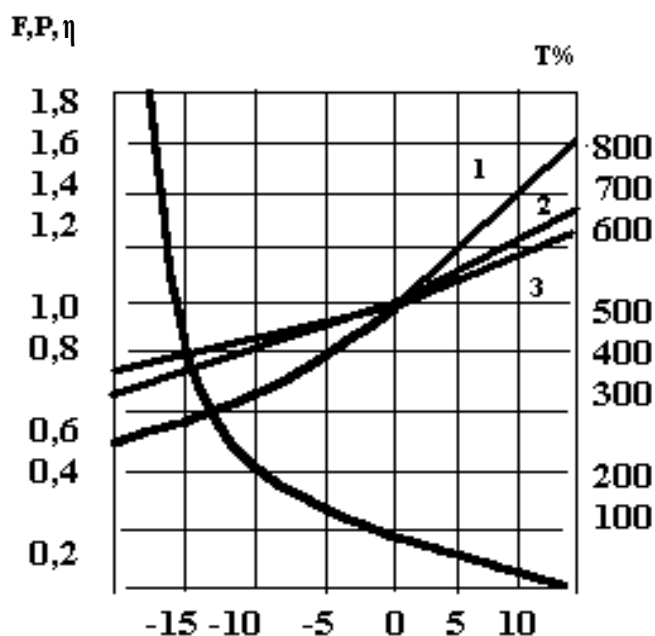


Рис.2.1.

Кучланишнинг камайиши пайвандлаш сифатини ёмонлаштиради. Кучланиш камайиши 10% бўлганда пайвандлаш вақти 20% кўпаяди. Агар тикув цехида 2220 та тикув машинаси (АТ–120–5) ишлаётганда кучланишнинг номинал қийматида 5%

камайиши 1 соат давомида 131м мато ишлаб чиқар—маслигига олиб келади.

Кучланишнинг 6–7% камайиши металлари қуй—дирувчи 3х225 кВт қувватли электропечларда электр энергия исрофи 270000кВт—соат/йилга тенг ва технологик жараённинг узок давом этишига олиб келади.

Кучланиш оғишига лампа чўлғами жуда ҳам сезгир ҳисобланади. Расмда ёруғлик оқими ва лампанинг ишлаш вақтини кучланишнинг даражаларининг қувватга боғлиқликлари кўрсатилган.

1 – Ёруғлик оқими F

2 – Ёруғлик қайтарилиши η

3 – Қувват P

4 – ўртача ишлаш муддати T (процентларда)

Чулғаниш лампалари учун кучланишнинг 1% номинал қиймат ошиши истеъмол қувватининг тахминан 1,5% ошишига ва ёруғлик оқимининг 3,7% га ошишига ишлаш муддатини 14% камайишига олиб келади. Кучланишнинг 3% га ошиши чулғаниш лампаларини ишлаш муддатини 30% га камайишига олиб келади. Кучланишнинг 5% га ошиши лампалар ишлаш вақтини 2 мартда камайтиради. Люминисцент лампаларининг кучланиши 10% га ошганда уларнинг ишлаш муддати 20–30%га камаяди.

2.1. Электр энергия истеъмолчилари ишларига кучланиш оғишининг таъсири

Корхоналарни электр таъминотида юқори гармоникаларнинг бўлиши мақсадга мувофиқ эмас, зеро бунда электр юриткич, трансформаторлар ва электр тармоқларида қўшимча қувват исрофлари бўлиши, конденсаторлар ёрдамида реактив қувватларни компенсациялаш қийинлашуви, электр юриткич ва аппаратлар изоляцияларининг ёмонлашуви, автоматика, телемеханика ва алоқа воситалари ишлаш даражасининг пасайиши кузатилади.

Асинхрон юриткичларни носинусоидал кучланиш билан таъминланганда уларнинг қувват коэффициентлари ва валдаги айлантирувчи моментлари қийматлари бир оз пасаяди.

Кучланиш шаклининг бузилиши электр юриткич ва трансформаторларда изоляциянинг ионизацион жараёнларини пайдо қилади. Бу эса ҳажмий зарядлар пайдо бўлишига ва кейинчалик уларни нейтраллашувига олиб келади. Зарядлар нейтраллашуви энергия тарқалишига, натижада ўраб турувчи диэлектрикда электр, механик ва кимёвий таъсирлар бўла бошлайди. Оқибатда изоляцияда маҳаллий дефектлар пайдо бўлади ва ривожлана бошлайди, бу эса электр пухталигига путур етказиб, диэлектрик исрофларнинг кўпайишига ва ишлаш муддатининг кескин пасайишига сабабчи бўлади.

Юқори гармоникаларнинг таъсири конденсаторлар батареясида сезиларли тус олади. Носинусоидал кучланишда ишлаётган конденсаторлар *бўртиб шишиши* ва *портлаши* натижасида тезда ишдан чиқиши мумкин. Юқори гармоникали тоқлар билан ишлаётган конденсаторлар ўта юкланиб ишлайди. Ундан ташқари қайсидир бир частотада резонанс режими пайдо бўлади ва у ҳам конденсатор умрига зомин бўлади.

Тузилган ГОСТ бўйича конденсатор батареялари узоқ вақт юқори гармоникали тоқлар билан 30 % дан ортиқ юкланмаслиги зарур. Бироқ бу ҳолда узоқ фойдаланиш даврида конденсаторнинг ишлаш умри қисқаради.

Электр тармоғи кучланишининг носинусоидаллиги кабеллар изоляцияларининг "қаришига" олиб келади. Кабелларнинг синусоидал ва синусоидал бўлмаган кучланишларда ишлаши тадқиқотлари шуни кўрсатдики, ҳатто юқори гармоникалар $6 \div 8,5\%$ ни ташкил қилганда ҳам силжиш токи (ток утечки) 2,5 йилдан сўнг ўртача ҳисобда 36 % га, 3,5 йилдан сўнг эса 43 % га ортади.

Юқори гармоникали тоқлар электр ўлчов асбобларининг ўлчов аниқликларига ҳам таъсир этади. Актив ва индуктив энергияларни ўлчовчи индукцион счетчиклар синусоидал бўлмаган кучланишда 10 % гача бориб етадиган ноаниқлик билан ўлчов ишларини олиб боради.

Юқори гармоникаларнинг борлиги баъзи бир ҳолатларда куч кабелларини маълумотларни узатиш бўйича қўллашликни амалга ошира

олмайди. Юқори гармоникалар телемеханикали қурилмалар ишини ёмонлаштириб, ҳатто куч занжирларини қўллашни мутлақо ишлатиш мумкин эмаслигига олиб келади.

Носинусоидаллик вентилли ўзгартгичларнинг нормал ишлашига манфий кўринишда таъсир этиб, тўғриланган кучланиш сифатини камайтириб юборади.

2.3. Юқори гармоникалар туфайли қувват йўқотилиши

Электр таъминоти элементларидан юқори гармоникали тоқларнинг ўтиши натижасида актив қувватнинг қўшимча йўқотилиши сезилади, қуйида биз уларнинг базилари билан танишиб ўтамыз:

1. Синхрон юриткичлардан ўтувчи юқори гармоникали тоқлар ҳосил қилувчи қўшимча қувват исрофи қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta P_{нс.см} = \Delta P_{нсм} + \Delta P_{нест} + \Delta P_{нст},$$

бунда $\Delta P_{нсм}$ – синхрон юриткич чўлғами метали (миси) да ҳосил бўлувчи қувват йўқотилиши;

$\Delta P_{нест}$ – юриткич пўлат қисмида ҳосил бўлувчи қувват исрофи;

$\Delta P_{нст}$ – юқори гармоникалар ҳосил қилувчи тормозловчи моментлар кучини қирқишга сарфланувчи қувват йўқотилиши.

2. Асинхрон юриткичларида юқори гармоникали тоқ ўтиши туфайли ҳосил бўлувчи қўшимча қувват йўқотишлари қиймати учун ифода

$$\Delta P_{н.см} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 (R_{1v} + R_{2v}),$$

бунда R_{1v} ва R_{2v} – v нчи гармоникага келтирилган статор ва роторнинг актив қаршиликлари.

3. Куч трансформаторлари, кабел ва ҳаво линиялари ҳамда реактордан ўтувчи юқори гармоника тоқ ҳосил қилувчи қувват исрофи қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\Delta P_{н.с} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 R_v.$$

4. Куч конденсаторларида ҳосил бўлувчи қувват исрофи:

а) куч конденсаторининг диэлектригидаги актив қувват исрофи

$$\Delta P_{H.C.Д.К} = 2\pi f_{ном} C_{ном} U_v^2 \operatorname{tg} \sigma_v;$$

б) куч конденсатори корпусга нисбатан изоляцияда юқори гармоникадан ҳосил бўлувчи қувват исрофи

$$\Delta P_{H.C.и.к.} = 2\pi f_{ном} C_{ном} U_{ном}^2 \operatorname{tg} \sigma_u \sum_{v=1}^n \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right)^2 v;$$

в) конденсатор бўлмасида юқори гармоника туфайли пайдо бўлувчи қувват йўқотишлари

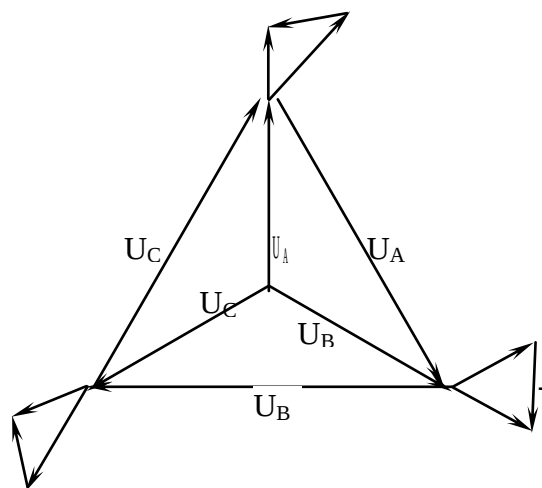
$$\Delta P_{H.C.ок} = I_v^2 R_{ev} = (2\pi f_{ном} C_{ном} U_{ном})^2 R_e K_{nev} \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right)^2 v^2$$

бунда K_{nev} – e участкасида юза эффектини ҳисобга олувчи коэффициент;

R_e – e участкасининг қаршилиги.

2.4. Кучланиш носимметриясини электр энергия истеъмолчилари ишига таъсири

Кучланиш носимметрияси электр энергия исрофини ошишига ва саноат корхоналар электр таъминоти системасининг ҳамма звенолари ва электр жиҳозлари ишончилигини камайтиради. Синхрон машиналарнинг кўшимча қизиб кетиши ва статордан тескари кетма–кетлик тоқлари оқиши натижасида уларда исроф кўпаяди, бу эса асосий айлантирувчи моментга тескари бўлган момент ҳосил бўлишига олиб келади. Норм бўйича электр машиналарнинг тенг бўлмаган фаза тоқларида узоқ ишлаши турбогенератор ва синхрон конденсаторлар учун фаза тоқлари



фарки статорнинг номинал токидан 10% дан, гидрогенераторлар учун эса 20% дан ошмаслиги керак.

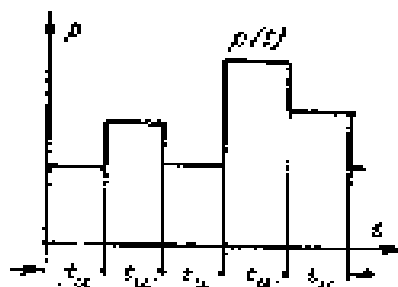
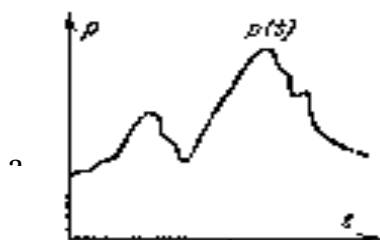
Асинхрон юриткичларда носимметрия қўшимча қизиб кетишга ва айлантирувчи моментга тескари бўлган момент ҳосил бўлишига олиб келади. Унчалик катта бўлмаган кучланиш носимметриясида ҳам тескари кетма–кетлик ҳосил бўлади, бу ток тугри кетма–кетлик токига устма–уст тушади. Бу ҳолда мотор қизиб кетиши натижасида мотор қуввати камайиб изоляциясининг эскириши тезлашади. Кучланиш носимметрияси 4% бўлганда тўла қувват билан ишлаб турган асинхрон юритгич ишлаш муддати 2 марта камаяди.

Кучланиш носимметрияси туфайли кўп фазали вентилли тўғрилагичларнинг ишлаши ёмонлашади. Фаза кучланиш–ларининг нотенглиги оқибатида тўғриланган кучланишнинг пульсацияси бир мунча ортиб кетади. Кучланиш носимметрияси тиристорли ўзгарт–гичларнинг бошқарув системасига ҳам ўзининг сезиларли салбий таъсирини кўрсатади.

Кучланиш носимметриясида конденсатор батареялари реактив қувватини фазалар бўйича нотекис юкланиши натижасида конденсаторларда ўрнатилган реактив қувватдан тўлиқ фойдаланишга эришилмайди. Бунда носимметрия бўлган фазада реактив қувватни тармоққа кайтарилиши бошқа фазаларга нисбатан анча кам бўлгани учун конденсатор батареяларининг носимметрия даражаси янада ошади.

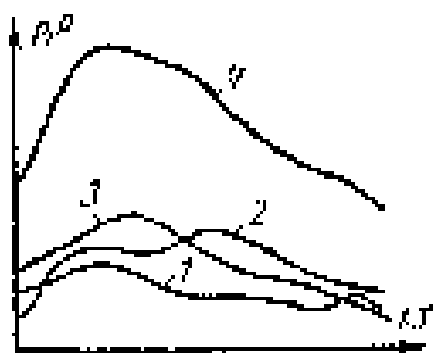
III. ЭЛЕКТР ЮКЛАМАЛАРНИНГ ГРАФИКЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ТАВСИФЛОВЧИ КЎРСАТКИЧЛАР

Электр юклама деганда айрим электр қабул қилувчи, цехдаги электр қабул қилувчилар гуруҳи, цех, бутун корхонанинг электр истеъмоли тушинилади. Саноат корхоналарида асосан уч турдаги юкламалар мавжуд: актив қувват P , реактив қувват Q ва ток I .



б

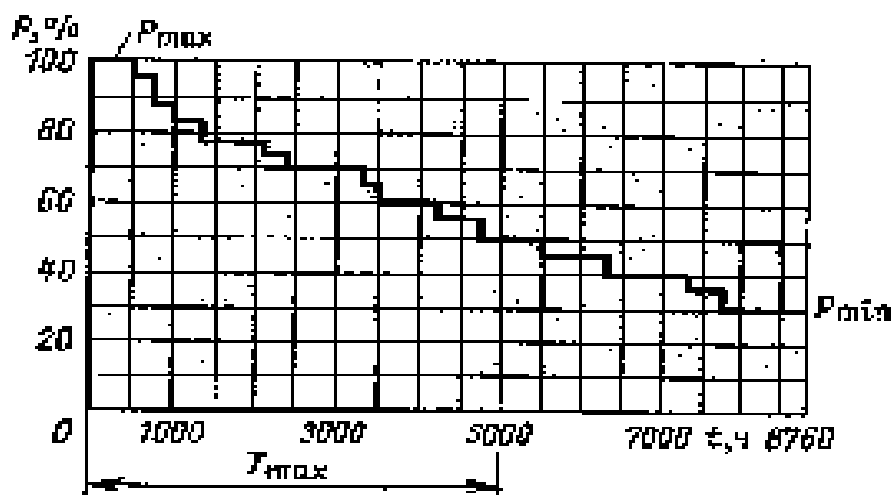
Электр юкламани ўлчов асбоблари асосида кузатиш мумкин. Ўзиёзар асбоб билан юкларни ўзгариши қайд қилинади (расм) эксплуатация жараёнида актив, реактив қувватларни вақт бўйича ўзгаришини актив ва реактив энергиялар ҳисоблагичларнинг бир хил вақт интервалларидаги кўрсаткичлари асосида зинапоя кўринишида чизиш мумкин.



Актив ва реактив қувват ва токни вақт бўйича ўзгариши актив қувват, реактив қувват ва ток юкламалар графиклари дейилади. Графикларни икки турга бўлиш мумкин: хусусий ва гуруҳ графиклар. Хусусий графиклар одатда катта қувватли истеъмолчилар учун

олинади ва улар кичик ҳарфлар билан белгиланади: $p(t)$, $q(t)$, $i(t)$. Гуруҳ графиклари истеъмолчилар гуруҳига тегишли бўлиб бош ҳарфлар билан белгиланади: $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$. Хусусий графиклар асосида гуруҳ графикларини чизиш мумкин

$$P(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t); \quad Q(t) = \sum_{i=1}^n q_i(t); \quad I(t) = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} \cdot U_H};$$

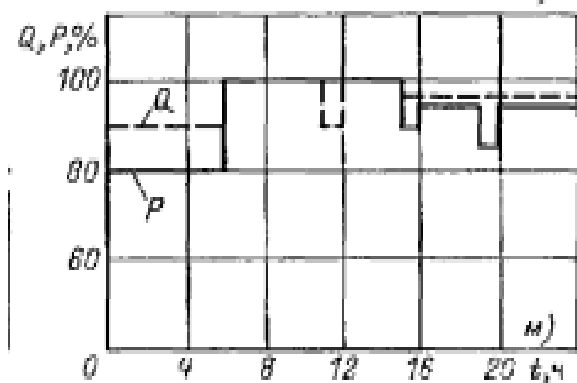


Давомийлигига қараб корхонанинг кунлик ва йиллик графиклари бўлади, одатда йиллик график юкламанинг давомийлиги бўйича тузилади (давомийли йиллик графиги). Бунда аввал қувватнинг катта кийматининг вақт давомийли, сўнггра кейинги поғона қувватнинг вақт давомийлиги ва шу тартибда, бошқа поғонадаги қувватлар вақт давомийликлари кўрсатилади (2.3–расм).

Ҳар хил корхонанинг намунавий кунлик ва йиллик графиклари маълумотномаларда келтирилган. Бу графиклар асосида корхона электр ускуналарини оптимал режимни танлаш, юкламалар ортиб кетганда қайси агрегатларни тўхтатиш режасини тузиш, электр қурилмаларининг

таъмирлашини қайси вақтларга мўлжаллаш, истеъмол қилинадиган электр энергияни аниқлаш ва шунга ўхшаш тадбирларни амалга ошириш мумкин.

Намунавий график асосида корхонанинг юклама графигини чизиш мумкин. Бунинг учун корхонанинг максимал ҳисобий



куvvати P_x маълум бўлиши керак. У ҳолда

$$P_n = \frac{n\% \cdot P_x}{100} \text{ [кВт]}$$

Бу ерда P_n – куннинг маълум вақтидаги қуввати кВт;

$n\%$ – намунавий графикда керакли поғонага тўғри келадиган ордината; P_x – корхонанинг ҳисобий қуввати.

Масалан, циллюлоза–коғоз корхо–насининг соат 4 даги истеъмол килаётган қуввати намунавий дастурда 80% ни ташкил этса ва корхона учун

$P_p=2000$ кВт бўлса, соат 4 даги юклама $P_4 = \frac{80 \cdot 2000}{100} = 1600$ кВт бўлади.

Йиллик юклама графигининг юзаси маълум масштабда корхонанинг йил давомида қабул қилган электр энергиясини миқдорини беради. Йиллик график асосида корхонанинг йиллик ўртача юкласини аниқлаш мумкин:

$$P_{iy} = \frac{Wa}{T_{iy}}$$

Бу ерда T_{iy} – корхонанинг йил давомидаги ишлаш вақти.

Корхонанинг йиллик ишлаш вақти

Жадвал

Сменанинг давомийлиги, соат	Сменалар сонига қараб T_{iy} соат		
	Бир	икки	Уч
8	2250	4500	6600
7	2000	4000	5870

3.1. Юкламалар графикларини тавсифловчи кўрсаткичлар

Юкламаларни ҳисоблаш ва тадқиқот қилишда истеъмолчиларнинг қувват ва вақт бўйича иш режимини тавсифловчи юкламалар графикларининг коэффициентларидан фойдаланилади. Бундай коэффициентлар хусусий ва гуруҳ графиклари учун аниқланиб, мос равишда кичик к ва бош К харфлар билан белгиланадилар.

Ишлатилиш коэффициенти деганда ўртача актив қувватни номинал қувватга нисбати тушунилади ва унинг миқдори энг кўп юкламали смена учун аниқланади.

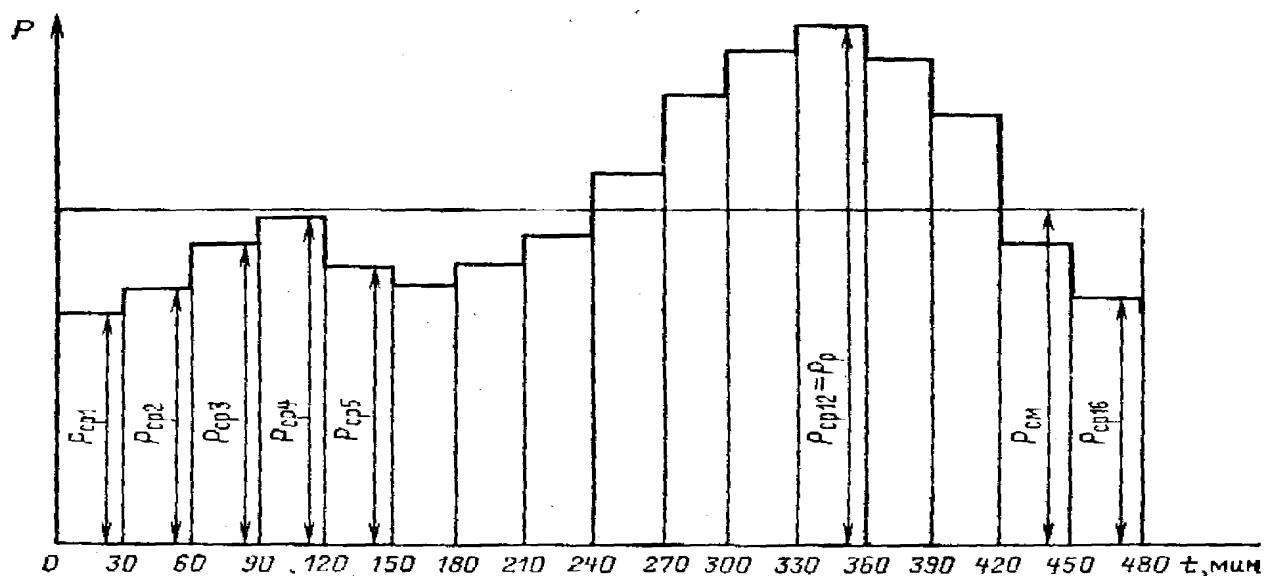
$$K_{ua} = \frac{P_c}{P_n}; \quad K_{ua} = \frac{P_c}{P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ua} \cdot p_n}{\sum_{i=1}^n p_n}$$

Бу ерда: p_n , P_n – мос равишда бир ёки гуруҳ истеъмолчиларининг номинал актив қувватлари. P_n ни миқдорини такрорий қисқа муддатда ишлайдиган истеъмолчиларда уларнинг паспортларидан олинади.

p_c , P_c – мос равишда айрим гуруҳ истеъмолчиларнинг ўртача актив қувват энергия ҳисоблагичларининг кўрсаткичи бўйича аниқланади:

$$p_c = \frac{\mathcal{E}_a}{t_u}; \quad P_c = \frac{\mathcal{E}_A}{t_u}$$

$\mathcal{E}_a$, $\mathcal{E}_A$ – бир ёки гуруҳ истеъмолчиларнинг қабул қилган актив электр энергияси.



t_u – цикл учун вақт интервали.

Юқорида келтирилган муносабатларни реактив қувватга ҳам ёзиш мумкин:

$$K_{ур} = \frac{q_c}{q_n}; \quad K_{ур} = \frac{Q_c}{Q_n} = \frac{\sum_1^n K_{ур} \cdot q_n}{\sum_1^n q_n}$$

$$q_c = \frac{\mathcal{E}_p}{t_y}; \quad Q_c = \frac{\mathcal{E}_P}{t_y}$$

Ҳар хил режимларда ишловчи электр истеъмолчилари учун ишлатилиш коэффициентларининг ўртача қиймати маълумотларда келтирилган

Графикни тўлдириш коэффициенти деб маълум вақт оралигидаги ўртача қувватни максимал қувватга нисбатини айтилади.

$$K_{Ta} = \frac{P_{ур}}{P_M}$$

Одатда P_y ва P_M ларнинг миқдорлари катта юкламали смена даврининг вақти учун олинади.

Актив қувватни максимуми деганда маълум вақт оралигида ўртача қувватнинг максимуми тушунилади. Смена давомидаги 30 минутли ўртача қувватларининг қийматларидан энг максимуми олиннади. Расмда 6 соат давомида ҳар 30 минутга тўғри келадиган ўртача қийматларнинг график келтирилган. Қурилган вақт интервалида 30 минутли юкламанинг максимум қиймати 210 минутдан 240 минутгача ораликда содир бўлар экан.

Юкламанинг ушбу қийматини кўп ҳолларда ҳисобий қувват сифатида ҳам қабул қилинади.

Графикни тўлдириш коэффициенти гуруҳ истеъмолчилари учун топилади. Бу коэффициентини аниқлашнинг реактив қувват учун ифодаси қуйидагича бўлади:

$$K_{Tp} = \frac{Q_{ур}}{Q_M}$$

Кунлик графикнинг тўлдириш коэффициентларининг қийматларини турли корхоналар учун маълумотномалардан олиш мумкин. (А. 6)

Максимум коэффиценти – графикни тўлдириш коэффицентиға тескари бўлган миқдор, яъни:

$$K_{Ma} = \frac{1}{K_{Ta}} = \frac{P_M}{P_{yp}}; \quad K_{Mp} = \frac{1}{K_{Tp}} = \frac{Q_M}{Q_{yp}}$$

Бу коэффицентнинг қиймати катта юклагали смена учун аниқланади ва гуруҳ истеъмолчиларига тегишли бўлади. Агар максимал қувват деганда ҳисобий қувватни қабул қилинишини эътиборга олинандиган бўлса,

$$K_{Ma} = \frac{P_x}{P_{yp}}$$

Демак, максимум коэффиценти графикдан аниқландиган икки энг асосий миқдорлар – ҳисобий ва ўртача юклагалар орасидаги муносабатни белгилайди. K_m коэффиценти ҳисобий қувватни ўртача қувватга нисбатан қанча катталигини кўрсатади. Унинг миқдори бирга тенг ёки катта бўлиши мумкин. ўзгармас юклани истеъмолчилар (вентиляторлар, насослар ва т.у.) учун $K_m = 1$, яъни $P_x = P_{yp}$

IV. ЭЛЕКТР ЮКЛАМА ГРАФИКЛАРИНИ ТАВСИФЛОВЧИ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА ЎРТАЧА, ЎРТА КВАДРАТИК, МАКСИМАЛ ЮКЛАМАЛАРИ

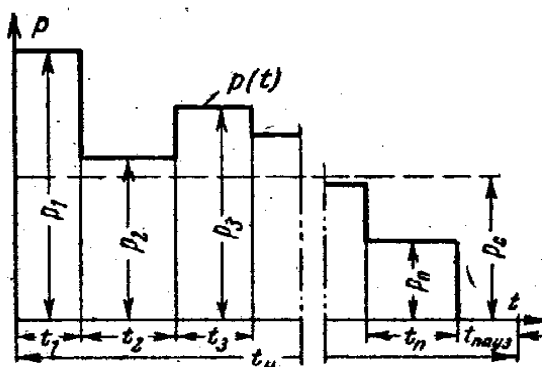
4.1. Электр юклама графикларини тавсифловчи кўрсаткичлари

Форма коэффиценти юкламанинг эффектив (ўртача квадрат) қийматини унинг ўртача қийматига нисбати билан аниқланади. Бу кўрсаткич айрим истеъмолчи ёки гуруҳ истеъмолчилари учун маълум вақт оралиғига топилади:

$$\kappa_{\phi a} = \frac{P_{ук}}{P_{ур}}; \quad K_{\phi A} = \frac{P_{ук}}{P_{ур}}$$

$$\kappa_{\phi p} = \frac{Q_{ук}}{Q_{ур}}; \quad K_{\phi P} = \frac{Q_{ук}}{Q_{ур}}$$

Форма коэффиценти юклама графикининг вақт бўйича нотекислигини кўрсатади. Унинг энг кичик қиймати, вақт бўйича ўзгармайдиган юкламада, бирга тенг бўлади. ўртача квадрат юклама қуйидаги ифода орқали аниқланади:



$$P_{ук} = \sqrt{\frac{\sum_1^n P_{\kappa}^2 \cdot t_{\kappa}}{T}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n P_{\kappa}^2}{n}}$$

$$Q_{ук} = \sqrt{\frac{\sum_1^n Q_{\kappa}^2 \cdot t_{\kappa}}{T}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n Q_{\kappa}^2}{n}}$$

Бу ерда $n = \frac{T}{t_{\kappa}}$ – юклама графикининг T вақт оралиғидаги тенг

интервалли бўлақлар сони. Форма коэффиценти $K_{\phi a}$ нинг миқдори ишлаб чиқариш жараёни маромида бўлган корхоналарда 1.05 дан 1.15 оралиғида бўлади.

Юкланиш коэффициенти деб маълум вақт давомида истеъмолчининг ҳақиқий ўртача қувватини унинг номинал қувватига нисбатини айтилади.

$$K_{юа} = \frac{P_{ур.у}}{P_n}$$

Истеъмолчининг ўртача ҳақиқий юкламаси $P_{ур.у}$ деганда, унинг фақат уланган вақтга тўғри келадиган ўртача юклама тушунилади. Расмда кўрсатилган графикда уланиш вақти

$t_y = t_1 + t_2 + \dots + t_{10}$, бўлиб,

$$K_{юа} = \frac{P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2 + \dots + P_{10} \cdot t_{10}}{P_n (t_1 + t_2 + \dots + t_{10})}$$

Юкланиш коэффициенти истеъмолчининг уланган вақтдаги ишлатилиш (фойдаланиш) даражасини кўрсатади.

Талаб коэффициенти истеъмолчилар гуруҳига тегишли бўлиб, у ҳисобий юкломани истеъмолчиларнинг номинал қийматига нисбати орқали аниқланади.

$$K_{Та} = \frac{P_x}{P_n}$$

Ишлатилиш ва максимум коэффициентларининг ифодаларини ҳисобга олсак

$$K_{Та} = \frac{P_{ур}}{P_n} \cdot \frac{P_x}{P_{ур}} = K_{уа} \cdot K_{Ма}$$

шунингдек

$$K_{Тр} = K_{ур} \cdot K_{Мр}$$

Талаб коэффициентларининг қийматлари саноат корхона–ларидаги ҳар хил истеъмолчилар гуруҳлари учун эксплуатация шароитида тажриба асосида ушбу ифода орқали аниқланади:

$$K_{Ta} = \frac{P_{\kappa}}{P_n}$$

Бу ерда P_{κ} – истеъмолчилар гуруҳининг қабул қилган актив қуввати. Талаб коэффициентининг ҳар хил истеъмолчилар гуруҳи ва корхоналар учун қийматлари маълумотномаларда келтирилган.

4.2. Ўртача юкламалар

Корхоналарнинг ҳисобий юкламаларини аниқлашда ва электр таъминоти тизимидаги энергия сарфини, нобудгарчилигини ҳисоблашда ўртача юкламаси ҳисобий юкламанинг энг кичик қиймати тўғрисида маълумот беради. Умумий ҳолда маълум оралиқдаги ўртача қувват қуйидагича ифодаланади:

$$p_{yp} = \frac{1}{t} \int_0^t p dt \quad q_{yp} = \frac{1}{t} \int_0^t q dt$$

Эксплуатация шароитида гуруҳ истеъмолчиларининг ўртача қувватлари актив ва реактив энергия ҳисоблагичларининг кўрсаткичлари асосида ушбу муносабатлар орқали топилади:

$$P_{yp} = \frac{\mathcal{E}_a}{t_u}; \quad Q_{yp} = \frac{\mathcal{E}_p}{t_u}; \quad S_{yp} = \sqrt{P_{yp}^2 + Q_{yp}^2}$$

Бу ерда $\mathcal{E}_a$, $\mathcal{E}_p$ – актив ва реактив электр энергияларининг кўрилатган t_u вақт оралигидаги сарфи.

Корхонанинг электр таъминотини лойиҳалаш босқичида гуруҳ истеъмолчиларининг энг катта юкламали сменасидаги ўртача қувватни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$P_{yp} = K_{ua} * P_n$$

Бу ерда P_n – истеъмолчиларнинг номинал қувватларини йиғиндиси бўлиб, такрорий қисқа муддатли режимда ишловчи истеъмолчиларни

УД=100% режимга келтириш керак; $K_{и а}$ – гуруҳ истеъмолчиларига тегишли бўлган ишлатилиши коэффиценти.

Энг юкланган сменага реактив қувватнинг ўртача қийматини гуруҳ истеъмолчилари учун шундай топилади:

$$Q_{yp} = K_{up} Q_n \text{ ёки } Q_{yp} = P_{yp} \operatorname{tg} \varphi$$

Бу ерда $\operatorname{tg} \varphi$ ни қийматини топишда маълумотномаларда ҳар хил гуруҳ истеъмолчиларга учун берилган қувват коэффицентида фойдаланилади. Цех ёки корхонанинг йиллик ўртача қуввати ушбу муносабатдан аниқланади:

$$P_{yp} = \frac{\mathcal{E}_{ai}}{T_{й}} ; \quad Q_{yp} = \frac{\mathcal{E}_{pi}}{T_{й}}$$

Ифодадаги $\mathcal{E}_{ai}$ – йиллик истеъмол қилинган актив энергия миқдори (кВт соат)

$\mathcal{E}_{pi}$ – йиллик истеъмол қилинган реактив энергия миқдори (кВАр соат)

$T_{й}$ – корхонанинг йиллик иш вақти (соат)

Фаза бўйича олдинда боровчи тоқлар ҳосил қилувчи истеъмолчиларнинг (синхрон машиналар, статик конденсаторлар) реактив қувватлари манфий ифода билан қабул қилинади.

4.3. Ўрта квадратик юкламалар

Вақтни ҳар қандай оралигида (интервал) ўрта квадратик юклама қуйидагича аниқланади.

$$P_{ск} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt} ; \quad Q_{ск} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T Q^2(t) dt} ; \quad I_{ск} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}$$

Бу ерда T –вақтни кўрилатган даври; $Q_{с.к}$ –эл.энергия тармоқларида қувват коэффиценти ($\cos \varphi$) ошганда, қувват исрофи камайишини баҳолаш учун зарур бўлган катталиқ.

4.4. Максимал юклама

P_m – вақтнинг маълум оралигидаги ўртача қувватнинг энг катта қиймати.

Максимал юкланиш – вақтни у ёки бу даврида, маълум бир кутилатган

тезликда ҳосил бўлиши билан характерланади.

Давомийлиги бўйича икки хил максимал юкланиш тури мавжуд:

1. Электр таъминлаш тармоқларида система элементларини қизиши ва максимал қувват исрофи бўйича танлашда, вақт давомийлиги бўйича турлича (10, 15, 30, 60, 120 мин) узоқ максимал юкланишлар.

2. Тармоқлардаги кучланиш тебранишларини текшириш учун, контактли тармоқлардаги кучланиш йўқолишини аниқлаш учун, тармоқларни эл. двигателларни ўз-ўзидан ишга тушиш шартлари асосида текшириш учун, сақлагичларнинг эрувчан қисмларини танлаш учун, максимал токли реле ҳимоясини ишга тушиш токини ҳисоблаш учун, давомийлиги $1 \div 2$ сек бўлган қисқа муддатли максимал юкланишлар керак бўлади.

V. ҲИСОБИЙ ЮКЛАМАЛАРНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ

5.1. Ҳисобий юкламаларни аниқлаш усуллари

Замонавий саноат корхонасининг электр таъминоти тизимини лойиҳалашда ечилиши керак бўлган мураккаб техник–иқтисодий масалаларнинг асосини кўтиляётган электр юкламаларни тўғри аниқлаш ташкил этади. Электр юкламаларни ҳисоблаш ҳар қандай электр таъминлаш тизимини лойиҳалашда биринчи боскич ҳисобланади. Электр юкламаларнинг кўрсаткичлари электр тизимида сарф бўладиган капитал маблағларни, рангли мателлар сарфини, электр энергиясининг набудгорчилигини ва эксплуатация хара–жатларини белгилайди. Агар ҳисобий қувватни ошириб аниқланса капитал маблағларни ортишига, танқис бўлган электр қурилмалар ва ўтказгичларни тўла имконият даражасида ишламаслигига ва электр энергиясининг набудгарчилигини ошишига сабаб бўлади. Юкламани камайтириб аниқлаш эса, электр қурилмаларини тез ишдан чиқишига, айрим агрегатларнинг иш унумдорлигини камайишига электр таъминоти тизимида набудгорчиликларни ошишига электр энергияси сифат кўрсаткичларини ёмонлашишига ва электр таъминоти тизимининг ишончлигини камайишига олиб келади. Шунинг учун кутиляётган юкламаларни тўғри аниқлаш электр таъминоти тизимини оптимал лойиҳалаштиришнинг асосий омилидир.

Ҳисобий актив қувват сифатида шундай давомли ўзгармас юклама қабул қилинадики, унинг таъсиридан ўтказгич ҳароратининг ошиши ёки изоляциянинг иссиқликдан эскириш даражаси, кутиляётган ўзгарувчан юкламадагига эквивалент бўлади.

Смена давомида маълум вақт оралиги (10 мин. ёки 30 мин. ёки 60 мин. ёки...) учун олинган барча ўртача қувватларнинг энг каттаси максимал қувват сифатида қабул қилинади. Электр таъминоти тизимининг элементларини уларнинг қизиши нуқтаи назаридан қабул қилинса, ҳисобий қувват сифатида 30 минутли максимал юклама олинади. Бу вақт оралиги кундаланг кесим юзаси кичик ва ўрта бўлган ўтказгичларининг қизиш вақт доимийлигига яқин ҳисобланади. Агар цех тармоқлари ўтказгичларининг қизиш вақт

доимийлиги 0,5 соатдан катта бўлса, максимум коэффициентининг миқдори қуйидаги муносабат орқали қайта ҳисобланади:

$$K_{mt} = 1 + \frac{K_m - 1}{\sqrt{2t}}$$

Бу ерда K_m —максимум коэффициентининг вақт доимийлиги 0,5 соат бўлгандаги қиймати;

K_{mt} – максимум коэффициентининг вақт доимийлиги t бўлгандаги қиймати.

Кундаланг кесим юзаси ҳар хил бўлган ўтказгичлар учун қизиш вақт доимийлиги T нинг миқдорлар (мин.) қуйидаги жадвалда келтирилган.

Жадвал

Ўтказгич	Кўндаланг кесим юзаси, мм ²					
	35	50	70	95	120	150
Очиқ ҳолатдаги резина изоляцияли ўтказгичлар	9 мин	12	15	18	21	21
Ўша ўтказгичлар трубада	19	23	27	32	36	40
Қоғоз изоляцияли кабеллар	15	20	25	30	35	40

Жоиз қизиш бўйича 30 минутли максимал юклама ҳисобий юклама сифатида қабул қилинган. Умумий ҳолда максимал ўртача квадрат, ўртача ва ҳисобий юкламалар ўртасида қуйидаги муносабат сақланади:

$$P_m \geq P_x \geq P_{yk} \geq P_y$$

ўзгармас ёки деярли ўзгармас юкламада ишлайдиган истеъмолчилар учун (вентиляторлар, насослар, компрессорларнинг электр юритгичлари)

$$P_x = P_m = P_{yk} = P_y$$

Ҳисобий юкламаларни аниқлашда қуйидаги вазиятларга эътибор бериш керак:

1. Цех ва корхоналарнинг юкламалар графиклари вақт ўтиши билан технологик жараёни такомиллаштириш натижасида текисланиб боради.

2. Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва механизациялаш электр энергиясининг сарфи ошишига, яъни электр юкламаларнинг ортишига олиб келади.

3. Саноат корхоналари электр таъминоти тизимларини лойиҳалашда ишлаб чиқаришнинг келажакдаги ривожланишини, яъни корхона электр юкламасини яқин 10 йилларда ортишини ҳисобга олиш керак.

5.2. Саноат корхонаси электр таъминоти тизимининг ҳар хил поғоналарида бир неча характерли жойлар

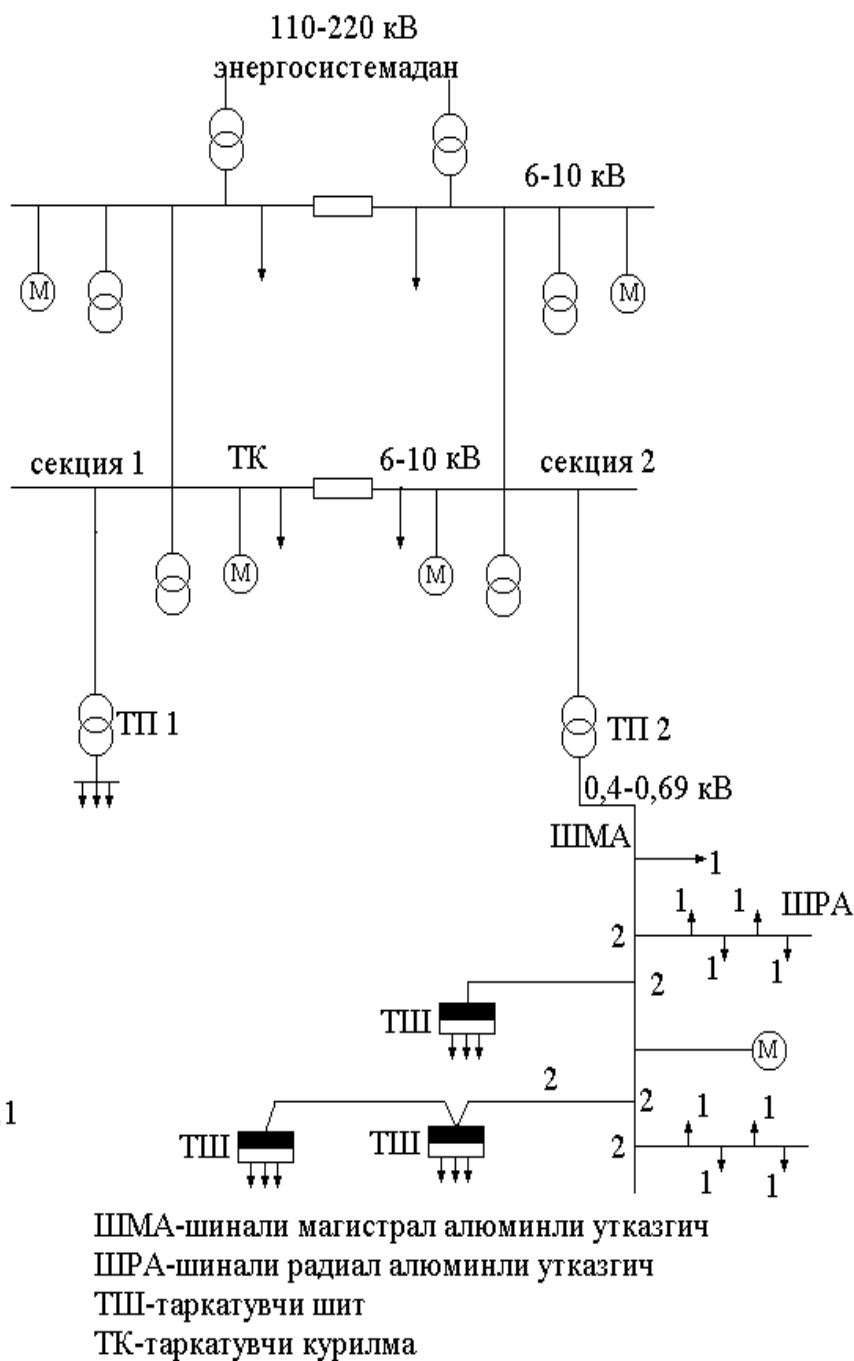
Саноат корхонаси электр таъминоти тизимининг ҳар хил поғоналарида бир неча характерли жойлар (тугунлар) бўлиб, улардаги ҳисобий қувватларни аниқлашнинг ўз хусусиятлари мавжуд. Расмда корхона электр таъминоти умумий схемасининг бўлаги келтирилган. Унда ракамлар билан кўрсатилган характерли жойлар учун ҳисобий қувватларни аниқлашнинг хусусиятлари билан танишиб ўтамиз.

1. S_{x1} – Битта истеъмолчи томонидан ҳосил бўладиган юклама. Унинг миқдори истеъмолчининг номинал қувватига тенг (такрорланувчи қисқа муддатда ишловчи истеъмолчининг паспортдан қувват $УД=100\%$ га келтирилади). Бу юклама асосида таъминловчи линиянинг кўндаланг кесими аниқланади ва коммутация, ҳимоя аппаратлари танланади.

2. S_{x2} – Гуруҳ истеъмолчилари ҳосил қиладиган юклама. Унинг ҳисобий қувватини аниқлашда ёритиш қурилмаларининг юкламаларини ва компенсаторларнинг реактив қувватларини назарда тутиш керак. Бу юклама асосида истеъмолчилар гуруҳини энергия билан таъминловчи линияларнинг кўндаланг кесимлари аниқланади ва коммутация, ҳимоя аппаратлари танланади.

3. S_{x3} – Цех трансформатор подстанциясининг (ТП) кичик кучланиши (КК) томонидаги шиналар юкламаси. Унинг қийматини энг кўп юкламали сменада истеъмол қилинадиган ўртача қувватга тенг деб олинади. Ушбу юклама асосида цех подстанциясининг трансформаторлари қувватлари ва сони, ТП шиналарининг кўндаланг кесимлари, КК томонидаги коммутация ва ҳимоя аппаратлари қабул қилинади.

4. S_{x4} – Цех ТП нинг юқори кучланиши (ЮК) томонидаги ҳисобий юклама. Уни ҳисоблашда ТП нинг КК томонидаги ҳисобий қувватга трансформаторлардаги қувват нобудгарчиликларини қўшиш керак. Бу юклама асосида цех ТП га келувчи ЮК линияларнинг кўндаланг кесимлари ва шу линияларга ўрнатиладиган коммутация ва ҳимоя аппаратлари қабул қилинади.



5. S_{x5} – Бош тарқатувчи қурилма (БТҚ) шиналаридаги ҳисобий юклама. Унинг қийматини аниқлаш цехларнинг ҳисобий қувватлари, КК ли истеъмолчиларнинг ҳисобий қуввалари, завод террито–риясининг ёритиш юкламалари ва компенсацияловчи қурилма–ларининг реактив қувватлари асосида олиб борилади. Бу юклама базасида БТП даги йиғма шиналар ва БТҚ ни таъминловчи линияларнинг кундаланг кесимлари аниқланади ва коммутация, ҳимоя аппаратлари қабул қилинади.

6. S_{x6}– Бош пасайтирувчи подстанциянинг (БПП) шина–ларидаги

ҳисобий юклама. Унинг қийматини аниқлашда БПП дан кетувчи линиялардаги ҳисобий юкламалар асос қилиб олинади. Бу юклама базасида БПП нинг трансформаторлари қувватлари ва сони, коммутация ва ғимоя аппаратлари қабул қилинади.

7. S_{x7} – БПП нинг ЮК томонидаги ҳисобий юклама. Унинг қийматини ҳисоблашда БПП нинг КК томонидаги ҳисобий қувват ва трансформаторлардаги нобудғарчиликлар асос бўлади. Бу юклама базасида БПП га келувчи ЮК линияларнинг кундаланг кесимларини аниқланади ва коммутация, ғимоя аппаратлари қабул қилинади.

VI. ҲИСОБИЙ ЮКЛАМАНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ

6.1. Ҳисобий юкламани ёрдамчи усуллар билан аниқлаш

Электр таъминоти тизимларини лойиҳалашда кутилаётган ҳисобий юкламаларни аниқлаш учун ишлатиладиган усулларни икки гуруҳга бўлиш мумкин.

Биринчиси: асосий усуллар гуруҳи бўлиб, ҳисобий юклама қуйидаги кўрсаткичлар бўйича аниқланади:

- ўрнатилган қувват ва талаб коэффиценти;
- ўртача қувват ва юкламалар графигининг форма коэф–фиценти;
- ўртача қувват ва ҳисобий юкламанинг ўрта юкламадан четлашиши (статистик усул)
- ўрта қувват ва максимум коэффиценти (тартибга солинган диаграммалар усули).

Иккинчиси: ёрдамчи усуллар гуруҳи бўлиб, ҳисобий юкламани топишда қуйидаги кўрсаткичлар асос қилиб олинади:

- маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиясининг солиштирма сарфи;
- корхона майдонининг 1м^2 юзасига тўғри келадиган электр юклама миқдори.

У ёки бошқа усулни танлаш ҳисоблаш усулининг жоиз хатолигига қараб белгиланади. Яхлитлаштирилган ҳисоблашларда цех, корпус бўлимлардаги гуруҳ истеъмолчиларнинг умумий ўрнатилган қувватларидан фойдаланиладиган усуллар ишлатилади. Айрим истеъмолчиларнинг маълумотларига асосланган усуллар нисбатан аниқ деб саналади. Кўрсатилган ҳисоблаш усуллари билан тўлароқ танишиб ўтамиз.

6.1.1. Маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиясининг солиштирма сарфига асосланган усул

Юкламалар графиклари давомли ўзгармас ёки жуда кам ўзгарадиган электр истеъмолчилар учун сменага таалукли бўлган ўртача қувватни ҳисобий юклаган сифатида қабул қилинади. Булар туркумига вентиляторлар,

насослар, компрессорларнинг электр юритмалари, электролиз ванналарининг тўғирлагич агрегатлари қаршилиқ печлари, кимё ва қоғоз саноатидаги кўплаб истеъмолчилар киради. Бундай истеъмолчиларнинг ҳисобий юкламаларини маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиясининг солиштирма сарфи орқали топиш мақсадга мувофиқдир.

$$P_x = \frac{N_{cm} \cdot \mathcal{E}_{ac}}{T_{cm}}$$

Бу ерда: $\mathcal{E}_{ac}$ – электр энергиясининг маҳсулот бирлигига тўғри келадиган солиштирма сарфи, кВт*с; N_{cm} – сменада тайёрланадиган маҳсулотлар сони; T_{cm} – энг катта юкламали смена давомийлиги, соат. Маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиясининг миқдори мавжуд корхоналардаги электр сарф кўрсаткичларини таҳлил қилиш натижасидаги аниқланади. Қуйидаги жадвалда корхоналарнинг баъзи маҳсулотлари учун белгиланган электр энергиясининг ўртача меъёрлари келтирилган.

Жадвал

Маҳсулот	Ўлчов бирлиги	Сарфнинг ўртача солиштирма меъёри
Чўян	кВт.ч/Т	9,7
Электротехник пўлати		677,2
Мартен пўлат		11,9
Қора металл прокати		102,5
Пўлат трубалар		133,3
Сиқик ҳаво	кВт.ч/минг м ³	80
Темир мадан қазиб чиқиш	кВт.ч/Т	56,5
Маргенц мадан қазиб чиқиш		90,2
Нефтни қайта ишлаш	кВт.ч/Т	29,5
Газни қайта ишлаш	кВт.ч/минг м ³	15,8

Арраланган ёғоч	кВт.ч/минг м ³	19
Цемент	кВт.ч/Т	106
Темир бетон конструкциялари	кВт.ч/м ³	28,1
Асбит	кВт.ч/Т	600,5
Пахта ипли газлама	кВт.ч/минг м ³	1100
Жунли газлама		2390
Шойи газлама		1210

Агар айрим технологик агрегатлар бўйича электр энергиясининг солиштирма сарфи $\mathcal{E}_{aci}$ маълум бўлса, у ҳолда ҳисобий юклама ушбу муносабатлар орқали аниқланиши мумкин:

$$\text{Цех учун } P_{xi} = \frac{\sum_1^n \mathcal{E}_{aci} \cdot N_{ii}}{T_{mi}} + P_{xui}$$

$$\text{Завод учун } P_{xz} = \left(\sum_1^m P_{xi} + P_{xuz} \right) \cdot K_{mk}$$

Бу ерда: $\mathcal{E}_{aci} \cdot N_{ii}$ – айрим агрегат учун электр энергиясининг йиллик сарфи; P_{xui}, P_{xuz} – энг кўп юкланган смена учун умумцех ва умумзавод истеъмолчиларининг ҳисобий қувватлари; T_{mi} – цех актив юкламаси максимумининг соатлар сони (маълумотномалардан олинади); n – цехдаги агрегатлар сони; m – завод цехларининг сони; K_{mk} – максимумларнинг ҳар хиллик коэффициенти.

Электр энергияни солиштирма сарфи усулини саноат корхонасининг ишлаб чиқарадиган йиллик маҳсулотининг миқдори маълум бўлганда дастлабки ҳисоблашда ишлатиш мумкин. Бу усулнинг афзалилиги шундан иборатки, ҳисобий юклама аниқланаётганда электр истеъмолчиларнинг номинал қувватларини билишнинг зарурияти йўқ.

6.2. Ҳисобий юкломани корхона майдонининг юза бирлигига тўғри келадиган солиштирма юклама асосида аниқлаш

Истеъмолчилар гуруҳи учун ҳисобий юклама солиштирма қувват бўйича қуйидагича аниқланади:

$$P_x = P_o \cdot F$$

Бу ерда F – гуруҳ истеъмолчилари жойлашган майдон юзаси, m^2 ; P_o – ишлаб чиқариш майдонининг $1m^2$ га тўғри келадиган солиштирма ҳисобий қувват, kW/m^2 .

Қуйидаги жадвал турли саноат тармоқларининг ишлаб чиқариш биноларида $1m^2$ га тўғри келадиган юкламаларнинг тахминий солиштирма зичлиги кўрсатилган.

Жадвал

Ишлаб чиқариш бинолари	$P_o, kW/m^2$
Қуювчи ва эритувчи цехлар	230÷370
Механика ва йиғув цехлари	200–300
Электр пайвандлаш ва термик цехлар	300–600
Штамповкаловчи ва фрезорлаш цехлари	150–300
Метал конструкция цехлари	350–390
Инструментал цехлар	50÷100
Пластмасс заводининг прессловчи цехи	100–200
Тоғ–шахта қурилмалари заводи	400–420
Крансозлик заводи	330–350
Нефт аппаратлари заводи	220–270
Пресслаш цехлари	277–300

Ҳисобий қувватни юза бирлигига тўғри келадиган солиштирма юклама асосида ҳисоблаш усулини кичик ва ўрта машинасозлик заводлари цехларининг универсал тармоқлари учун фойдаланиш тавсия этилади. Бундай цехларда кўп миқдордаги кичик қувватли истеъмолчилар ишлаб чиқариш майдонларида деярли текис тақсимланадилар. Универсал тармоқлар технологик жараёнларни ўзгариши ва қурилмаларнинг жойларини алмаштириш талабларига жавоб беради. Универсал тармоқлар магистрал шина ўтказгичлар асосида бажарилади ва уларнинг ҳисобий юкламалари юқорида келтирилган формула асосида, муаян истеъмолчиларнинг қувватларини ҳисобга олмаган ҳолда, аниқланади.

VII. ҲИСОБИЙ ЮКЛАМАНИ АСОСИЙ УСУЛЛАР БИЛАН АНИҚЛАШ

7.1. Ҳисобий юкламани ўрнатилган қувват ва талаб коэффициенти бўйича аниқлаш

Ҳисобий қувватни ушбу усулда аниқлаш учун истеъмолчилар гуруҳининг ўрнатилган P_n қуввати, қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ва талаб коэффициенти $K_{та}$ нинг қийматлари маълум бўлиш керак.

$$P_x = K_{та} \cdot P_n;$$

$$Q_x = P_x \cdot \operatorname{tg}\varphi$$

$$S_x = \sqrt{P^2 + Q^2} = \frac{P_x}{\cos\varphi}$$

Бу ерда: $K_{та}$ – мазкур гуруҳ истеъмолчилари учун талаб коэффициенти (қиймати маълумотномалардан олинади); $\cos \varphi$ – гуруҳ истеъмолчилари учун маълумотномадан олинadиган қувват коэффициенти; $\operatorname{tg}\varphi$ нинг миқдори $\cos\varphi$ га мос келади. Талаб коэффициенти усули саноат корхоналарининг электр таъминоти юқори поғоналаридаги ҳисобий қуввати аниқлашда фойдаланади.

Электр таъминоти тизимининг тугунларидаги (цехлар, корхоналар, корпуслар) ҳисобий қувват алоҳида истеъмолчиларининг ҳисобий қувватларини йиғиндиси асосида максимумлар ҳар хиллиги коэффицентини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

$$S_x = \sqrt{\left(\sum_1^n P_x\right)^2 + \left(\sum_1^n Q_x\right)^2} \cdot K_{mx}$$

Бу ерда: $\sum P_x$ – мавжуд гуруҳларнинг актив ҳисобий қувватларини йиғиндиси; $\sum Q_x$ – мавжуд гуруҳларнинг реактив ҳисобий қувватларининг йиғиндиси; K_{mx} – гуруҳлар учун максимумлар ҳар хиллиги коэффициенти. Унинг қиймати қурилаётган тугуннинг корхона электр таъминоти тизимдаги ўрнига боғлиқ бўлиб 0,85–1 оралигида бўлади.

Ҳисобий юкламани ўрнатилган қувват ва талаб коэффициентни бўйича аниқлаш тахминий усул бўлиб, хомаки ҳисоблашларда ва умумкорхона юкламаларини аниқлашда ишлатилишини тавсия этилади.

7.2. Ҳисобий юкламани ўртача қувват ва форма коэффициенти асосида аниқлаш

Мазкур усулда ҳисобий ва ўртача квадрат юкламалар тенг деб олинади. Бундай жоизлик такрорланувчи қисқа режимда ишлайдиган истеъмолчилар гуруҳ учун ҳамма вақт тўғридир. Иш режимлари давомли бўлган, кўп сонли ва қувватлари ўзаро кам фарқланадиган истеъмолчилар гуруҳи учун ҳам қабул қилиниши мумкин.

ўртача қувват ва форма коэффициенти асосида аниқлаш учун цех шина ўтказгичларининг, цех ТП кичик кучланишли шина–ларининг, 10 кВли БТК шиналарининг ҳисобий юкламаларини топишда ишлатиш тавсия этилади. Гуруҳ истеъмолчилар учун ҳисобий юклама қуйидаги муносабатдан аниқланади:

$$P_x = K_{фа} \cdot P_{урм};$$

$$Q_{\phi} = K_{фр} \cdot Q_{урм} \text{ ёки } Q_x = P_x \operatorname{tg} \varphi;$$

$$S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$$

$$\text{Бу ерда: } K_{фа} = \frac{P_{ук}}{P_y} \text{ бўлиб, юкламалар графигини вақт бўйича}$$

нотекислигини кўрсатади. Унумдорлиги барқарор цех ва заводлар учун коэффициентнинг қиймати етарли даражада стабил бўлади. Лойиҳалаш жараёнида $K_{фа}$ коэффициентининг қийматини ўхшаш технологияли корхонанинг тажрибавий кўрсаткичларини таҳлил қилиш натижасидан олинади. Агар бундай тажрибавий натижалар маълум бўлса, у ҳолда $K_{фа}=1,1$ – $1,2$ оралигида олиниши мумкин. Электр таъминот тизимининг юқори поғоналарига коэффициентнинг кичик қийматлари тўғри келади.

Юқорида келтирилган формулалардаги катта юкламали сменадаги

ўртача қувватларига аниқлашда қуйидаги усуллардан фойдаланиш мумкин:

1. ўрнатилган қувват ва ишлатилиш коэффициентига асосланган усул, бунда
2. $P_{урм}=K_{иа} P_n$; $Q_{урм}=K_{ир} Q_n$ ёки $Q_{урм}=P_{урм} \operatorname{tg} \varphi$
3. Маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиянинг солиштирма сарфи ва сменада тайёрланадиган маҳсулотлар сонига асосланган усул.
4. Корхона майдонининг юза бирлигига тўғри келадиган солиштирма юкламага асосланган усул.

Эксплуатация шароитида ўрта қувватларни актив ва реактив энергия ҳисоблагичларининг кўрсаткичлари бўйича аниқланади.

7.2. Ҳисобий юкламани тартибга солинган диаграммалар усули асосида аниқлаш

Ҳозирги вақтда саноат корхоналарининг ҳисобий юклама–ларини аниқлашда ишлатиладиган асосий усул – бу тартибга солинган диаграммалар усулидир. Усулни ишлатиш учун корхона ҳудудида ва цехда жойлашган электр истеъмолчиларининг номинал кўрсаткичлари берилган бўлиши керак.

Саноат корхоналарининг электр таъминоти тизимининг ҳамма поғоналарида ҳисобий юкламани ўртача қувват ва максимумли коэффициенти негизида қуйидагича аниқланади:

$$P_x = K_{ма} \cdot P_{ур} = K_{ма} \cdot K_{иа} \cdot \sum_{i=1}^n P_{ni}$$

Ҳисобий юклама сифатида $T=3T_0=30$ мин. вақт оралиги учун ҳисобланган ўртача юклама қабул қилинади. Албатта, бу интервал кунлик графикнинг шундай қисми учун олинадик, унда 30 минутли ўрча қувват максимум бўлади. Шунинг учун муносабатни ушбу кўринишда ёзиш мақсадга мувофиқдир.

$$P_{x(30)} = K_{ма} K_{иа} \sum_{i=1}^n P_{ni}$$

$K_{ма}$ – энг катта юкламали смена учун ҳисобий юкламани ўртача

юкламадан қанча катталигини кўрсатади. Бу коэффициентни қийматини топиш учун аналитик ифодалар мавжуд бўлиб, улар асосида расмда кўрсатилган $K_{ма}=f(n_э)$ функциялар турли ишлатилиш коэффициентлари учун кўрилган [A4].

Гуруҳ истеъмолчиларининг ҳисобий реактив қуввати ўртача реактив қувват миқдори билан белгиланади.

$$\text{Агар } n_э \leq 10 \text{ бўлса, } Q_p = 1,1 Q_{ур}$$

$$n_э > 10 \text{ бўлса, } Q_p = Q_{ур}$$

$$\text{Бу ерда } Q_{\phi\phi} = P_{ур} \operatorname{tg} \varphi \text{ ёки } Q_{\phi\phi} = K_{ир} Q_H$$

Ҳисобий тўла қувват

$$S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$$

Электр истеъмолчиларнинг эффектив сони $n_э$ деганда, бир хил режимда ишловчи қувватлари тенг бўлган шундай истеъмолчилар сони тушуниладики, улов мавжуд ҳар хил режимда ишловчи ва қувватлари тенг бўлмаган истеъмолчилардек ҳисобий қувват содир қилади. Уни қуйидаги формула билан аниқланади.

$$n_э = \frac{\left(\sum_1^n P_{Hi} \right)^2}{\sum_1^n P_{Hi}^2}$$

Бу ерда $\left(\sum_1^n P_{Hi} \right)^2$ – тугунча тегишли бўлган барча истеъмолчилар

номинал қувватлари йиғиндисининг квадрати; $\sum_1^n P_{Hi}^2$ ўша қувватларнинг квадратларини йиғиндиси.

Кам сонли электр истеъмолчилари учун $n_э$ ни аниқлашда қуйидаги содалаштирилган муносабатларни ишлатиш мумкин:

$$1) \text{ Агар } n \geq 4 \text{ ва } m = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \leq 3 \text{ бўлса } n = n_э$$

Бу ерда $P_{\max}$, $P_{\min}$ – гуруҳга тегишли истеъмолчиларнинг энг каттаси ва

кичикнинг номинал қувватлари

2) Агар $m > 3$ ва $K_{ia} \geq 0,2$ бўлса,

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_1^n P_{Hi}}{3 P_{H\text{макс}}}$$

Бу ерда: $P_{H\text{макс}}$ —гуруҳдаги энг катта истеъмолчининг номинал қуввати.

3) Бир фазали электр истеъмолчилари гуруҳи учун

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_1^n P_{Hi}}{3 P_{H\text{макс}}}$$

Бу ерда $\sum_1^n P_{Hi}$ – бир фазали электр истеъмолчиларнинг номинал қувватларини йиғиндиси: $P_{H\text{макс}}$ – шу истеъмолчиларининг энг каттасининг номинал қуввати.

Кам сонли электр истеъмолчилар учун ҳисобий юкламаларни аниқлашда қуйидаги соддалаштирилган усулларда бажарилади:

а) Агар $n \leq 3$ бўлса

$$P_x = \sum_1^n P_{Hi} ; Q_x = \sum_1^3 q_{Hi} = \sum_1^3 P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_i$$

Истеъмолчининг қувват коэффицентининг қиймати номаълум бўлса, давомли режимда юритгичлар учун – $\cos \varphi = 0,8$, қисқа такрорланувчи режимли электр юритгичлар учун $\cos \varphi = 0,7$ олинади.

б) Агар $n > 3$ ва $n_{\text{э}} < 4$ бўлса,

$$P_x = \sum_1^n P_{Hi} K_{\text{юа}} ; Q_x = \sum_1^n q_{Hi} K_{\text{юрi}} = \sum_1^n P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_i K_{\text{юрi}}$$

Коэффицентларнинг кўрсаткичлари номаълум бўлса, давомли режимдаги истеъмолчилар учун $K_{\text{юа}} = 0,9$; $\cos \varphi = 0,8$, такрорланувчи қисқа режимдаги истеъмолчилар учун мос равишда 0,75 ва 0,7 олинади мумкин.

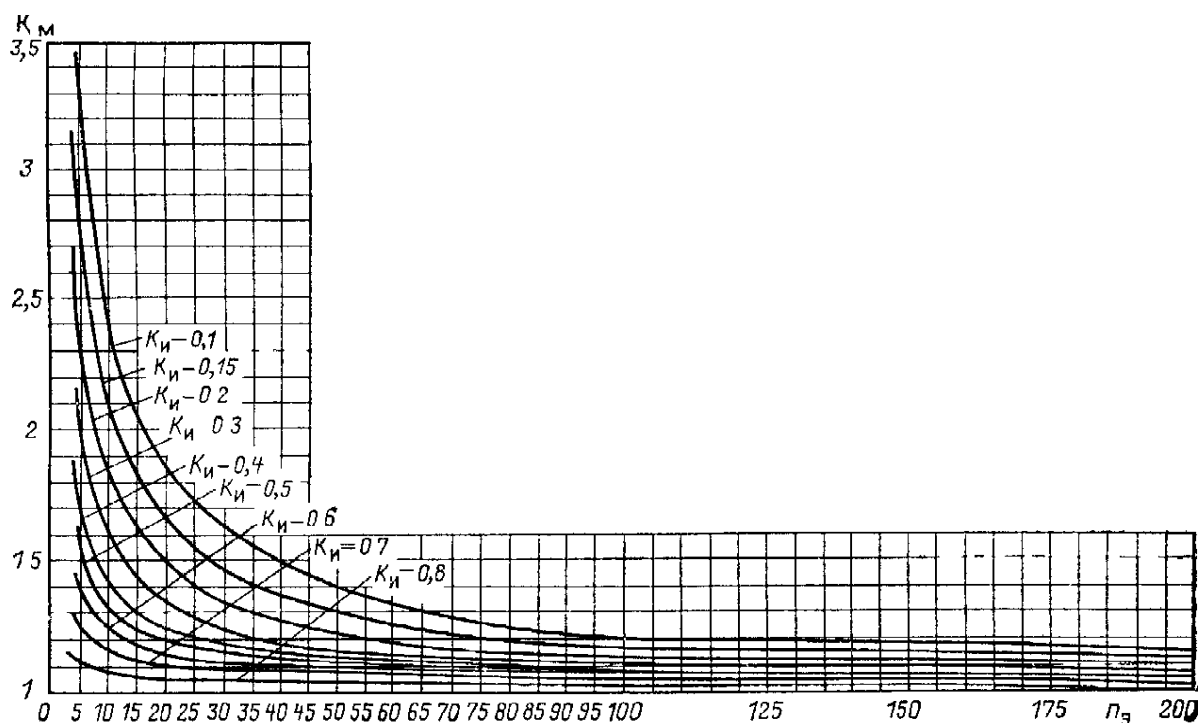
в) ўзгармас юкламали истеъмолчилар учун

$$P_x = P_{yp}; \quad Q_x = Q_{yp}; \quad P_{yp} = K_{ua} P_n$$

Синхрон юритгичларнинг ҳисобий реактив юкламасини ўртачага тенг деб олинади, яни $Q_{yp} = K_{up} \cdot Q_n$, конденсатор батареялар учун

$$Q_{yp} = Q_n \left(\frac{U_{xak}}{U_H} \right)$$

Бу ерда U_{xak} – конденсаторкутбларидаги ҳақиқий кучланишнинг



миқдори. 1000 Вольтгача бўлган электр таъминоти тизими тугунларидаги (куч шкафлари, шина ўтказгичлари, радиал ва магистрал линиялар) ҳисобий юкламаларни аниқлашда қуйидаги усул тавсия этилади:

1) Электр таъминоти тизимининг тугунида ҳар хил режимда ишловчи ва узгарувчи графиги истеъмолчилар гуруҳлари мавжуд бўлса, ҳисобий қувват

$$P_{XT} = K_a \sum_{i=1}^n P_{ypi}$$

$$\text{Агар } n_3 \leq 10 \text{ булса, } Q_0 = 1,1 \sum_{i=1}^n Q_{yp}$$

$$n_3 > 10 \text{ булса, } Q_{\delta} = \sum_1^n Q_{yp}$$

Тугун учун тўла ҳисобий қувват ва ишлатилиш коэффи–циентининг ўртача муаллақ қиймати мос равишда қуйидагича аниқланади:

$$S_{XT} = \sqrt{P_{XT}^2 + Q_{XT}^2}$$

$$K_{ИAT} = \frac{\sum_1^n P_{yp i}}{\sum_1^n P_{Hi}}$$

Бу ерда P_{XT} , Q_{XT} , S_{XT} – тугун учун ҳисобий актив, реактив ва тўла қувватлар, $P_{yp i}$, $Q_{yp i}$ – тугундаги i гуруҳ истеъмолчиларининг энг юқламали смена учун ўртача актив, реактив қувватлари; n – тугундаги истеъмолчилар гуруҳларининг сони; n_3 – тугундаги барча истеъмолчиларнинг эффектив сони, $K_{ма}$ – юқламалар максимум коэффициенти бўлиб, унинг қийматини расмда кўрсатилган характеристикалардан $P_э$ ва $K_{иат}$ асосида аниқланади; P_{Hi} – i гуруҳ истеъмолчилари номинал қувватларининг йиғиндиси.

2) Агар таъминот тугунида ўзгармас юқламали график билан ишловчи истеъмолчилар гуруҳлари мавжуд бўлса,

$$P_{XT} = K_{ма} \sum_1^n P_{yp i} + \sum_1^m P_{yp j}$$

$$n_3 \leq 10 \text{ булса, } Q_{XT} = 1.1 \sum_1^n Q_{yp i} + \sum_1^m Q_{yp j}$$

$$n_3 > 10 \text{ булса, } Q_{XT} = \sum_1^n Q_{yp i} + \sum_1^m Q_{yp j}$$

Бу ерда m – ўзгармас юқламали графикга эга бўлган гуруҳлар сони

$$K_{ма} \sum_1^n P_{pi}, 1.1 \sum_1^n Q_{yp i}, \sum_1^n Q_{yp i}$$

ўзгарувчан графикли истеъмолчилар гуруҳларининг ҳисобий актив ва реактив юқламалари;

$$\sum_1^m P_{yTj}, \sum_1^m Q_{yTj}$$

кам ўзгарувчи графикли Истеъмолчилар гуруҳларининг ўртача актив ва реактив юкламалари.

3) Электр таъминоти тизими тугунида уч фазали ва бир фазали ўзгарувчан графикли ва ўзгармас графикли истеъмолчилар гуруҳлари мавжуд бўлса,

$$P_{\text{ХТ}} = Kma(\sum_1^{n_1} P_{\text{yp}i} + \sum_1^{n_2} P_{\text{yp}j}) + \sum_1^{m_1} P_{\text{yp}k} + \sum_1^{m_2} P_{\text{yp}l}$$

Бу ерда n_1 – уч фазали ўзгарувчан графикли гуруҳлар сони;

n_2 – бир фазали ўзгарувчан графикли гуруҳлар сони;

m_1 – уч фазали кам ўзгарувчан графикли гуруҳлар сони;

m_2 – бир фазали кам ўзгарувчан графикли гуруҳлар сони.

4) 1000 Вольтдан юқори бўлган электр таъминоти тизимининг тугуни учун ҳисобий юклама аниқланганда цех трансформатор–ларидаги нобудгарчиликларни ҳам ҳисобга олиш зарур бўлади. Бу нобудгарчиликлар қийматларини, графиклар ёки қуввати 1000 кВт дан ошмайдиган трансформаторлар учун, қуйидаги муносабатлар орқали аниқлаш мумкин:

$$\Delta P_m = (0,02 \div 0,025) S_m$$

$$\Delta Q_m = (0,105 \div 0,125)$$

Бу ерда ΔP_m , ΔQ_m – трансформатордаги актив, реактив қувватлар нобудгарчиликлар.

7.3. Тартибга солинган диаграммалар усулини қўллаш тартиби

Ҳисобий юкламани мазкур усул билан аниқланганда қуйидагича тартибга роя қилинади:

1) 1000 Вольтгача ва ундан юқори бўлган ўзгарувчан графикли истеъмолчилар учун;

а) ўрнатилган истеъмолчиларнинг умумий сони аниқланади:

б) тугунга таълуқли бўлган истеъмолчиларнинг номинал қувватлари ва ўртача юкламаларнинг йиғиндилари топилади;

в) энг катта истеъмолчининг номинал қуввати топилади ва таҳлил

қилинаётган гуруҳларнинг актив юклама бўйича ўртача ишлатилиш коэффициенти аниқланади;

г) p_z ва $K_{ма}$ лар аниқланиб, P_x ва Q_x топилади.

2) Электр таъминоти тугунида ўзгармас юкламали графикда ишловчи гуруҳ истеъмолчилари мавжуд бўлган тақдирда, уларнинг сони, номинал ва ўртача қувватлари аниқланади.

3) Қўрилаётган тугун учун кучланиши 1000 Вольтгача истеъмолчиларнинг умумий миқдори номинал қувватлари, ўртача ва ҳисобий юкламалари бўйича умумий натижалар олинади.

4) Тугунга таалукли ёритиш қурилмаларининг умумий ўрнатилган қувватлари, ўртача ва ҳисобий юкламалари топилади.

5) Агар қўрилаётган тугунда компенсацияловчи ускуналар мавжуд бўлса, уларнинг умумий номинал қувватлари, ўртача ва ҳисобий юкламалари аниқланади.

6) Тугунга тегишли бўлган барча ишчи трансформатордаги актив ва реактив қувватлар нобудгарчиликларнинг йиғинидилари топилади.

7) Электр таъминотининг қўрилаётган тугуни бўйича 1000 Вольтдан юқори бўлган истеъмолчиларнинг сони, номинал қуввати, ўртача ва ҳисобий юкламалари бўйича умумий натижалар аниқланади.

Танишиб чиқилган ҳисобий юкламанинг аниқлаш учун усули бўйича қуйидаги хулосалар қилиш мумкин:

а) Тартибига солинган диаграммалар усули универсал бўлиб, уни ҳар турли уч фазали ва бир фазали, ҳар хил иш режимли (давомли, такрорланувчи қисқа мудатли ва қисқа муддатли) истеъмолчиларнинг ҳисобий юкламаларини аниқлашда ишлатиш мумкин;

б) Ҳар хил гуруҳ истеъмолчилари учун ишлатилиш коэффициентининг қиймати ўзгармас бўлиб, гуруҳдаги истеъмолчилари сонига боғлиқ эмас, бу эса гуруҳ истеъмолчиларининг ўртача юкламасини ишончли қийматини аниқлаш имкониятини беради;

в) Бирор агрегатнинг иш режимини ўзгаришини инобатга олиш учун

унинг ишлатилиш коэффициенти қийматини ўзгартилади;

г) Ҳисоблаб топилган ўртача юклама қийматини эксплуатация жараёнида олинган кўрсаткичлар билан солиштириш имконияти мавжуд;

д) Электр таъминоти тизимидаги ҳисобий юкламани ўртача қувват ва максимум коэффициенти асосида аниқлашда эҳтимоллар назариясининг асосий кўрсатмаларидан фойдаланилган.

7.4. Электр энергия сарфини ҳисоблаш усуллари

1. Агар корхона, цех учун бир йилда ишлаб чиқарилган маҳсулот бирлиги учун солиштира электр энергия сарфи натурал кўринишда маълум бўлса, (т,м, м³ х.к.з.) йиллик актив энергия сарфи қуйидагича аниқланади:

$$\mathcal{E}_{\text{йил}} = \mathcal{E}_{\text{солиш}} M$$

***M*–йиллик маҳсулот ҳажми**

2. Агарда солиштира энергия сарфи бўлмаса, аммо, сменанинг нисбий юкланиши ҳақида маълумот бўлса, йиллик актив энергия сарфи қуйидагича аниқланади:

$$\mathcal{E}_{\text{йил}} = P_{\text{yp}} (T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4) C_1 C_2$$

Бу ерда T_1, T_2, T_3, T_4 – биринчи 2, 3 ва 4 сменалардаги иш соатлари ёки айрим сменаларнинг бир йиллик иш вақти фонди.

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$ – кам юкланган 2, 3 ва 4–сменаларнинг юкланиш даражасини ҳисобга оладиган коэффициентлар бўлиб, айрим сменалардаги қувват максимумини энг кўп юкланган биринчи сменадаги қувват максимумига нисбати.

$$\beta_2 = \frac{P_{m2}}{P_{m1}}; \quad \beta_3 = \frac{P_{m3}}{P_{m1}}; \quad \beta_4 = \frac{P_{m4}}{P_{m1}};$$

$C_1 = 1 \div 1,05$ – якшанба ва байрам кунларида ишлашни ҳисобга олиб борадиган коэффициент.

$C_2 = 0,8 \div 0,9$ – бир ой давомида қувват ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент.

3. Бундан ташқари йиллик актив қувват сарфи қуйидагича аниқланиши

мумкин.

$$\mathcal{E}_{\text{йил}} = K_u P_n T_{\text{йил}} \alpha = P_{\text{урйил}} T_{\text{йил}} \alpha$$

$T_{\text{йил}}$ – корхона ёки цехнинг бир йиллик иш фонди (ҳақиқий иш соати).

P_H – электр истеъмолчиларини қуввати

$P_{\text{ур}}$ – ўртача қувват

α – технологик маълумотлар асосида энергия истеъмолини сменалар бўйича аниқловчи йиллик коэффициент.

α – коэффициенти айрим сменаларини текис юкланмаслигини, юкланишни мавсумий тебранишини, ҳамда ишлаб чиқаришни доимий эмаслигини, якшанба ва байрам кунлари ишлашини ҳисобга олади.

$$\alpha = \frac{\mathcal{E}_{\text{йил}}}{P_{\text{ур}} T_{\text{йил}}}$$

4. Лойиҳа ишини бажариш арафасида йиллик электр энергия сарфини тахминан қуйидагича аниқлаш мумкин.

$$\mathcal{E}_{\text{йил}} = P_m T_m$$

Бу ерда T_m – юклама максимумларини бир йилда қабул қилиниш вақти.

P_m – актив максимал қувват

5. Ёритиш қурилмалари учун актив энергияни йиллик сарфи.

$$\mathcal{E}_{\text{йил}} = K_{T\check{e}} \cdot P_{H\check{e}} \cdot T_{m\check{e}}$$

Бу ерда $K_{T\check{e}}$ – ёритиш қурилмаларининг талаб коэффициенти

$P_{H\check{e}}$ – ёритиш қурилмаларининг номинал қувватлари йигиндиси

$T_{m\check{e}}$ – ёритиш юкламаси учун қувват максимумини бир йилдаги ишлатиш вақти.

6. Реактив энергияни бир йилдаги сарфи қуйидаги ифодалар бўйича аниқланади.

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_p &= Q_m T_{mp}; & \mathcal{E}_p &= \mathcal{E}_a \operatorname{tg} \varphi_2 \\ \mathcal{E}_p &= Q_{yp} (T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4) C_1 C_2\end{aligned}$$

Бу ерда Q_{yp} – энг оғир юкланган смена учун ўрта реактив қувват

Q_m – максимал реактив қувват

$\operatorname{tg} \varphi_2$ – қувват коэффициентини бир йил давомидаги ўртача қиймати бўйича аниқланади.

T_{mp} – реактив энергия максимумини бир йилда ишлатилиш соати.

7.5. Қўшимча электр линияларини ўтказиш орқали асосий цехларнинг электр таъминотини ишончлилигини ва узлуксизлигини ошириш

Қўшимча ҳаво линиялари ўтказиш тавсияси

Бу тавсияларда иккита вариант кўрсатилган. Мавжуд элект тармоқлари элект энергия таъминотини ишончлилигини ва узлуксизлигини яхшилолмаганлиги сабабли.

Фарғона ИЭМ нинг тарқатиш қурилмасидан янги ҳаво линияси тортиш тавсия қилинади.

Бу линияни Фарғона ИЭМ тарқатиш қурилмасида мавжуд бўлган чиқишлар, Фарғона ИЭМ дан ПС «Марғилон»га тортилган 110кВли ХЛ дан фойдаланиш мумкин.

Бозирги кунда бу ҳаво линияси иккита тармоқли таянчларда битта тармоқ билан чиқарилган.

Иккинчи тармоқни ҳам шу таянчлардан фойдаланиб чиқариш (1км узунликда) ва ʼосил бўлган янги иккинчи тармоқни 90–ПС подстанцияга тортиш тавсия қилинади.

вариант–1

Тавсия қилинган схемага кўра 110кВ ли ҳаво линияси Фарғона ИЭМ дан ёзирги кунда фойдаланилаётган Карбамид 1 линиясигача қурилиб Карбамид 1 линиясига уланади. Карбамид 1 линияси «Сокин» ПС сидан узиб қўйилади. Натижада карбамид 1 линияси бошқа манбага ўтказилади. 90–100–ПС ларини 1чи трансформаторлари Карбамид 1, 2чи трансформаторлари Карбамид 2, линияларига уланади.

Бу вариант 90–100–ПСларни Фарғона ИЭМ ва «Сокин» ПС си системали манбалардан озиқланишига имконият яратади.

вариант–2

Завод истеомолчиларини электр энергияси билан таъминланишини мустах–камлигини ошириш учун, олдинги вариантига нисбатан 2–вариант ҳам кўрса–тилди.

1–вариантдаги тадбирларга қўшимча равишда «Фарғона» ПСдан 40–ПС га ўтказилган 110кВ ли линияни, янги қуриладиган 90–ПС гача тортиш тавсия этилади. Бунинг учун шу линиядан 30–ПС даги трансформаторни узиб, Фарғона ИЭМ дан, 30–ПС га ўтказилган линияга улаш керак.

Шу тадбирлар ва реконструкциялар амалга оширилса 90–100–ПС ларга 4 та ҳаво линияси 3 та мустақил манбадан электр энергия берилади. Булар Фарғона ИЭМ, ПС «Фарғона» 220 кВ ли, ва ПС «Сокин» 220кВли.

Бу 4 та линияга 90–100–ПСлар биттадан трансформаторлари уланади. Истеъ–молчиларини узлуксиз электр энергияси билан таъминлашга етарли даражада хизмат қилади.

Иккита вариатдан иккинчисининг иқтисодий ва техник кўрсаткичлари яхши бўлганлиги ва электр таъминоти схемаси ишончи бўлганлиги учун иккинчи вариантни қўллаш тавсия этилади.

ХУЛОСАЛАР

1. «Farg'onaazot» OAJ нинг маолумотларига кўра 40 МВт қувватга эга бўлгани мавжуд истеомолчилар электр тармоьидан узилади. Яна электр тармоьига қайта уланадиган истеомолчиларнинг қуввати 20,9 МВт.

Карбамид ишлаб чиқариш қуввати 8 МВт дан 32,8 МВт га ошади. Умумий истеомол қувватини ошиши 40 МВт ни ташкил этиши мумкин. Демак завод юкламаси ўзгармайди. 110 МВт атрофида.

2. Янги ишлаб чиқаришнинг электр таъминоти 110 кВ да бажариш тавсия қилинади, 2–вариантда кўрсатилгандек.

3. Вариантлардан иккинчи вариант тадбиқ қилиниши тавсия этилади. Бу вариант, истеомолчиларни учта мустақил манбадан электр энергияси билан таъминлаш имконини беради. Техник иқтисодий кўрсаткичлари ҳам яхши, 2–вариант қуйидагиларни назарда тутди.

а) Фарғона ИЭМ дан 90–ПС га 110 кВ линия тортишишини. Бунинг учун Фарғона ИЭМ дан, «Марғилон» ПС га ўтказилган иккита тармоқли линияни иккинчи тармоьини 1 км масофага тортиб келиш керак ва уни 90–ПС гача қуриб битказиш керак (4км масофага).

б) «Фарғона» ПС дан 40 га тортилган 110 кВли ҳаво линиясини 100–ПС гача тортиб бориш. (3 км масофага). Бунинг учун 30–ПС даги трансформаторни бу линиядан узиб, Фарғона ИЭМ дан 30–ПС га тортилган линияга улаш керак.

ФҲЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. И.А.Каримов «Наша главная задача дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа». Ташкент-«Узбекистан», 2010.
2. И.А.Каримов «Модернизация страны и построение сильного гражданского общества- наш главный приоритет». Ташкент-«Узбекистан»,2010.
3. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей. Под ред. В.А.Веникова.-М.: Высшая школа, 1975.-344с.
4. И.А.Каримов. “Буюк ва мукаддасан, мустакил ватан”, “О`QITUVCHI”, нашриёт–матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2011 йил.
5. И.А.Каримов. “Ўзбекистон мустақиликка эришиш оstonасида”, “О`QITUVCHI”, нашриёт–матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2012 йил.
6. И.А.Каримов "Узбекистан – устремлений в XXI век". Тошкент, "Узбекистан" 1999.
7. Рожкова Л.Д, Козулин В.С. "Электростанция ва подстанцияларнинг асбоб–ускуналари". Тошкент, "Фан", 1987 й, 619 б.
8. Рожкова Л.Д, Козулин В.С. "Электрооборудования станций и подстанций". М.: Электроатомиздат, 1991.
9. Неклепаев Б.Н. "Электрическая часть станций и подстанций", М.: 1991
- 10.Справочник по электрическим устройствам высокого напряжения, М.: 1998.
- 11.Правила эксплуатации электроустановок потребителей. С. Петербург, "ДЕАН", 2000.
- 12.И.А.Каримов «Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққийтининг пойдевори» Тошкент «Ўзбекистон» 1998 й.
- 13.И.А.Каримов “Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, o‘zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo‘llari va choralari”. *Toshkent, 2009 yil.*
- 14.Ўзбекистон республикаси президенти И.А.Каримовнинг «Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқаролик жамияти

- барпо этиш – устувор мақсадимиздир» номли маърузаси Тошкент «Халқ сўзи » 2010 й 29 январ
15. Ўзбекистон республикаси президенти И.А.Каримовнинг «Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқаролик жамияти барпо этиш – устувор мақсадимиздир» ҳамда «Асосий вазифамиз-Ватанимиз тараққиёти ва халқимиз фаровонлигини янада юксалтиришдир » Ўқув-услубий мажмуа. Тошкент. 2010 340 бет
16. В. Б. АТАБЕКОВ, Электр тармоқлари ва куч электр қурилмаларини монтаж қилиш. Т., (таржимон: У. Ибрагимов), "Ўқитувчи", 1995–186.
17. В. Б. АТАБЕКОВ, М. С. ЖИВОВ, Ёритиш электр установкалари монтажи, Т., "Ўқитувчи", 1985–248.
18. Г. Е. ПОЛЯКОВ, Электр станциялари, подстанциялари ва электр узатиш линияларининг тузилиши (таржимонлар: А. Паттохов, М.Усмонов), Т., "Ўқитувчи", 1968–335.
19. Л. Д. РОЖКОВА, В. З. КОЗУЛИН, Станция ва подстанцияларнинг электр асбоб–ускуналари (таржимон: К. Неъматжонов), Т., "Ўқитувчи", 1986–592.
20. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций.–М.:Энергия, 1986–552.
21. Боровиков В.А., Косарев В.К., Ходот Г.А. Электрические сети энергетических систем. –М.:Энергия, 1986–432.
22. Воронина А.А., Шибенко Н.Ф. Электр установкаларда ишлашда хавфсизлик техникаси (таржимон: Э. Иноғомов), Т., "Ўқитувчи", 1983–232.
23. Федоров А.А., Каменова В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий –М.:Энергия, 1984–432.
24. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжения промышленных предприятий–М.:Энергия, 1973–432.
25. Камолов С.К., Жобборов Т.К. Саноат корхоналарининг электр таъминоти. Фарғона, "Фарғона нашриёти", 2002–136

- 26.Крупович В.И. и другие. Проектирование промышленных электрических сетей. М. Энергия , 1979.
- 27.Князевский Б.А., Липкин Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий М.: Энергия, 1986.
- 28.Правила Устройств Электротехнических установок (ПУЭ). М.: Энергоатомиздат, 1987.
- 29.Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети /Под ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского, М., Энергия, 1980.
- 30.Справочник по электроснабжению промкшленных предприятий. Электрооборудование и автоматизация /Под ред.А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского М. Энергоиздат, 1981.
- 31.Электротехнический справочник: 2–том. Под обьей ред.проф. МЭИ. М. Энергоатомиздат, 1980.
- 32.Электротехнический справочник: 3 том. Под обьей ред. проф. МЭИ. М. Энергоатомиздат,1981.
- 33.Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. –М.: Радио и связь. 1981. –326 с.
- 34.Брябин В.М. "Програмное обеспечение персональных ЭВМ".
- 35.Вальвачев Ф.Н., Крисевич В.С. "Программирование на языке ПАСКАЛЬ для персональных ЭВМ".
- 36.<http://www.prom.lru/> Трансформаторное оборудование.
- 37.<http://www.news.elteh.ru/> Forum / «Новости Электротехники».
- 38.Шабат М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – Л: Энергоатомиздат 1991 г.
39. Energy management and auditing. Aguide to energiy management. European comission 1994 GOPA Written by Dipl Ing. Jurgen Leuchter.
40. Energy technology. The next steps. The demonstration component of the Joule –Thermie Programme. ETSU-ES ECAE. Brussels, 1997

41. Автоматика электрических станций, и электроэнергетических систем Овчаренко Н.И. Издательство НЦ ЭНАС, 2003-01-01, Книга в переплете, 504 стр., ISBN код 5-93196-020-1
42. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов. Быстрицкий Г.Ф. Издательство Академия, 2003-07-10, Книга в переплете, 176 стр., ISBN код 5-7695-1143-5
43. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок. Куценко Г.Ф. Издательство Дизайн Про, 2003-05-15, Книга в переплете, 271 стр., ISBN код 985-452-072-2.

ИЛОВАЛАР

1-ИЛОВА

ИНТЕРНЕТ МАЪЛУМОТЛАРИ

Сайт WWW.news.elteh.ru

КТП и 2КТП 63 - 2500 кВА / 6(10) кВ тупикового и проходного типа



Комплектные трансформаторные подстанции представляют собой одно - двух трансформаторные подстанции наружной установки и служат для приема электрической энергии трехфазного переменного тока частоты 50 Гц напряжением 6 или 10 кВ, преобразования в электроэнергию напряжением 0,4 кВ.

КТП. КТПСН. Комплектные трансформаторные подстанции внутренней установки.



Подстанции трансформаторные комплектные (КТП, КТПСН) мощностью 250E2500 кВА предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц. Применяются в системах электроснабжения промышленных предприятий в районах с умеренным климатом для установки внутри неотапливаемых помещений.

КТПЖ



Подстанции трансформаторные комплектного типа КТПЖ мощностью 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400 кВА представляют собой однотрансформаторные подстанции наружной установки, питаемые по схеме ДПР, (два провода - рельс).

КТПЖО



Представляют собой однотрансформаторные, однофазные подстанции наружной установки, служат для приёма электрической энергии однофазного тока частоты 50Гц напряжением 27,5 кВ, для преобразования в электроэнергию напряжением 0,23 кВ, для снабжения ею линейных потребителей железных дорог в районах с умеренным климатом.

МТПО



Мачтовая трансформаторная подстанция однофазная мощностью 10 кВ.А представляет собой однотрансформаторную подстанцию наружной установки и служит для приема электрической энергии однофазного переменного тока частоты 50 Гц напряжением 6 или 10 кВ, преобразования её в электроэнергию однофазного переменного тока напряжением 0,23 кВ и снабжения ею фермерских хозяйств, садоводческих участков, населенных пунктов и других потребителей сельского хозяйства в районах с умеренным климатом (от -45оС до +40оС).

Трансформатор трехфазный сухой защищенный



ТСЗ - трансформатор трехфазный сухой защищенный в кожухе мощностью от 1 до 400 кВА предназначен для понижения напряжения трехфазного переменного тока и использования в качестве безопасного источника питания ламп освещения, электроинструмента и других целей. Трансформатор представляет собой электрическую установку с естественным воздушным охлаждением в защищенном исполнении и состоит из магнитопровода, медных или алюминиевых обмоток (по заявке Заказчика) и кожуха. Сухие трансформаторы ТСЗ, в защитном корпусе, напряжение до 660В, степень защиты IP 21. Обмотки пропитываются кремнийорганическим лаком, запекаются и покрываются влагостойкой эмалью.

ТСГЛ, ТСЗГЛ - трансформаторы силовые сухие "Геафоль"



Трансформаторы предназначены для преобразования электрической энергии в электросетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц и устанавливаются в промышленных помещениях и общественных зданиях, которым предъявляются повышенные требования в части пожаробезопасности, взрывозащищенности, экологической чистоты.

ТСЗ, ТСЗН - 6(10) кВ / 25 ... 2500 кВА - трансформаторы силовые сухие



Трансформаторы сухие силовые типа ТСН и ТСЗН с обмотками, изготовленными из проводов с изоляцией "Номекс" класса нагревостойкости Н, используются во многих отраслях народного хозяйства. Трансформаторы предназначены для преобразования электрической энергии в электросетях трехфазного переменного тока частотой 50Гц и устанавливаются в промышленных помещениях и общественных зданиях, к которым предъявляются повышенные требования в части пожаробезопасности, взрывозащищенности, экологической чистоты.

ТСЗМ - трансформатор трехфазный сухой для судов и плавсооружений



ТСЗМ - трансформатор трехфазный сухой для судов и плавсооружений. (каплезащищенный OM5)
Трансформатор предназначен для питания пониженным напряжением различных цепей с частотой 50 (60)или 400 (500)Гц электроустановок общего и специального назначения.

Трансформатор прогрева бетона ТСЗПБ (ТМТО)



ТСЗПБ - трансформатор трехфазный, двухобмоточный сухой, с принудительным воздушным охлаждением, защищенного исполнения для термообработки бетона и грунта, мощностью 63 кВА, напряжением 380 В, частотой 50 Гц. ТСЗПБ предназначен для электропрогрева и других способов электротермообработки бетона и мерзлого грунта.



ТСВМ - трансформатор трехфазный сухой водозащищенный

ТТрансформатор предназначен для электроустановок судов и плавсооружений. Трансформаторы выпускаются в климатическом исполнении ОМ5 и предназначены для установки в сетях переменного тока напряжением до 660 В, частотой 50 (60) Гц и 400 (500) Гц судов морского и речного флота неограниченного района плавания.



Трансформаторы серии ОСМ

Трансформаторы серии ОСМ мощностью 0,01-10,0 кВА исполнения УЗ, включаемые в сеть переменного тока частоты 50Гц с номинальным напряжением до 660 В, предназначены для питания цепей управления местного освещения, сигнализации и выпрямителей, собранных по двухполупериодной схеме выпрямления.



ОСВМ - трансформатор однофазный сухой водозащищенный электроустановок судов и плавсооружений

Трансформатор предназначен для электроустановок судов и плавсооружений. Трансформаторы выпускаются в климатическом исполнении ОМ5 и предназначены для установки в сетях переменного тока напряжением до 660 В, частотой 50 (60) Гц и 400 (500) Гц судов морского и речного флота неограниченного района плавания



ОСОВ - трансформаторы однофазные сухие промышленного и бытового назначения

ОСОВ - трансформатор понижающий однофазный, сухой, водозащищенного исполнения. Трансформатор применяется в шахтах, неопасных по газу и пыли, в других производствах для питания ламп местного освещения и электроинструмента. Трансформатор соответствуют техническим условиям ТУ16-517.701-73. Срок службы трансформатора - не менее 12 лет. По условиям установки на месте работы трансформаторы относятся к стационарным.



Автотрансформаторы регулировочные трехфазные АТСН

Автотрансформаторы предназначены для плавного регулирования напряжения переменного тока частотой 50 или 60 Гц в схемах автоматического регулирования в лабораторных и промышленных установках. Климатическое исполнение и категория размещения - УХЛ 4.



ТСЛ. ТРАНСФОРМАТОР СУХОЙ ЛИФТОВОЙ

ТСЛ - трансформатор предназначен для применения в схемах управления электрических лифтов. Охлаждение трансформатора естественное воздушное. Не допускается работа трансформатора без заземления.



Трансформаторы тока и напряжения измерительные

Поставляем измерительные трансформаторы тока и напряжения внутренней и наружной установки с литой изоляцией до 35 кВ, силовые трансформаторы малой мощности до 35 кВ, высокоточные лабораторные трансформаторы тока и напряжения.



Трансформаторы тока и напряжения - литые

Поставляем измерительные трансформаторы тока и напряжения внутренней и наружной установки с литой изоляцией до 35 кВ, силовые трансформаторы малой мощности до 35 кВ, высокоточные лабораторные трансформаторы тока и напряжения.



Трансформаторы тока - разборные

Разборные трансформаторы тока ТА..R (аналог Т-0.66, ТВЛМ, ТКЛМ, ТШ), на ток от 250 до 5000 А, для быстрого монтажа, предназначены для облегчения установки их на шину (от 20х30 мм до 160х80 мм) и кабель (диаметр от 20 мм до 80 мм).

Эти трансформаторы тока имеют разъемную обмотку, которая позволяет защелкивать ТТ на шине и кабеле без трудоемкой разборки шинопровода.

Наша компания предлагает широкий спектр данных трансформаторов тока в зависимости от сечения кабеля (шины) и номинального тока.



Суммирующие трансформаторы тока

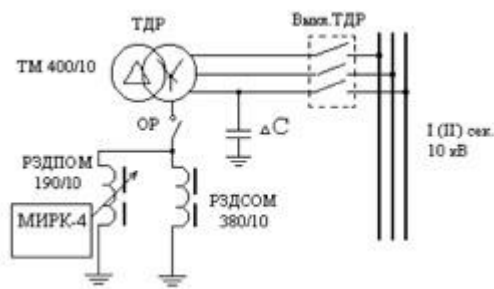
Суммирующий трансформатор тока суммирует токи, проходящие по каждому входу в первичной обмотке, а затем трансформирует его во вторичную обмотку - пропорционально токам протекающим в первичных обмотках.

2 ИЛОВА

Автоматические устройства настройки компенсации емкостного тока замыкания на землю в сетях 6-35 кВ

Сайт WWW.news.elteh.ru

Сегодня режим нейтрали в сетях 6-35 кВ регламентируется п.1.2.16 ПУЭ (2002г.), в котором отмечено, что "работа электрических сетей напряжением 3-35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор".



В России сейчас около 20% сетей 6-35 кВ работает с компенсацией емкостного тока и, соответственно, около 80% — это сети с изолированной нейтралью. Имеющая место в электротехнической среде дискуссия о применении резистивного заземления нейтрали пока не дает четкого ответа о границах применения резисторов.

Так, применение высокоомных резисторов в сетях с малым емкостным током только для целей снижения перенапряжений неизбежно столкнется с проблемой выведенной нейтрали, которой в сетях с изолированной нейтралью нет, и установка дополнительного трансформатора с выведенной нейтралью зачастую просто невозможна. Установка низкоомных резисторов для кратковременного увеличения тока замыкания на землю с целью улучшения селективности работы защит от замыкания на землю может быть оправдана только в сетях с генераторами и высоковольтными двигателями, когда длительная работа с ОЗЗ может привести к их повреждению. В сетях же с компенсацией емкостного тока для улучшения селективности определения поврежденного присоединения сегодня можно рекомендовать применение современных микропроцессорных защит от ОЗЗ, работающих при резонансной настройке ДГР, или специальных дугогасящих реакторов с дополнительной обмоткой для кратковременного увеличения тока ОЗЗ, о чем будет рассказано ниже.

В предыдущем издании ПТЭ (1996 г.) для режима нейтрали с компенсацией емкостного тока допускалась настройка с перекомпенсацией, при которой реактивная составляющая тока замыкания должна быть не более 5 А, а в случае большой разности токов смежных ответвлений реактивная составляющая тока замыкания на землю допускалась не более 10 А. В новом издании ПТЭ (2003 г.) требования к настройке дугогасящих реакторов более ужесточены, и сегодня разрешается работа с перекомпенсацией не более 5%. Это связано с тем, что раньше отечественная промышленность выпускала в основном ступенчатые дугогасящие реакторы типа ЗРОМ или РЗДСОМ. В настоящее время как в России, так и за рубежом освоен выпуск

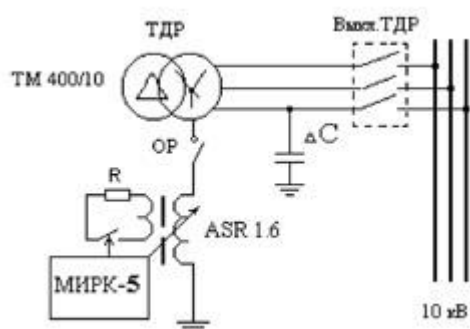
плавнорегулируемых (плунжерных и с подмагничиванием) дугогасящих реакторов, и поэтому проблема точной настройки в резонанс полностью исчезла.

Обобщение опыта эксплуатации плавнорегулируемых реакторов показало, что обеспечить требуемую резонансную настройку позволяют только плунжерные реакторы. Дугогасящие реакторы с подмагничиванием из-за своей нелинейной вольтамперной характеристики и нелинейной зависимости тока компенсации от тока подмагничивания не могут быть настроены в резонанс с емкостью сети с необходимой точностью. Поэтому автоматика реакторов с подмагничиванием подстраивает реактор в резонанс при металлическом замыкании на землю и не реагирует на дуговые замыкания на землю ввиду инерционности выхода реактора на заданный режим (10-15 периодов 50 Гц).

Перед энергопредприятиями сегодня встал вопрос: как тогда быть со старыми ступенчатыми реакторами? Учитывая их малый износ по сравнению с силовыми трансформаторами, они могли бы еще работать и дальше. Поэтому было предложено техническое решение, которое заключается в подключении параллельно ступенчатому дугогасящему реактору плавнорегулируемого реактора малой мощности (рис.1).

Например, для сети 10 кВ с пределами изменения емкостного тока от 30 до 70 А подошла бы следующая комбинация дугогасящих реакторов РЗДСОМ-380/10 + РЗДПОМ-190/10. Ступенчатый реактор работает при этом на какой-то конкретной отпайке, а плавнорегулируемый реактор отслеживает все текущие изменения емкостного тока. Пределы регулирования дугогасящего реактора РЗДСОМ-380/10 — 25-50 А, а РЗДПОМ-190/10 — 5-25 А и, следовательно, позволяют точную настройку в резонанс при любых режимах работы сети. При этом стоимость "добавочного" дугогасящего реактора малой мощности составляет примерно в 2-3 раза меньше стоимости нового плавнорегулируемого реактора, который охватывал бы весь диапазон изменения емкостного тока сети.

Учитывая, что трансформаторы для подключения дугогасящих реакторов, как правило, не используются для собственных нужд, а мощность их выбирается с некоторым запасом, во многих случаях они проходят по мощности для подключения двух дугогасящих реакторов. Необходимо только подтвердить это соответствующими расчетами.



Долгое время считалось, что основным средством защиты от перенапряжений в сетях 6-35 кВ являются ограничители перенапряжений. Однако это утверждение можно считать верным только для грозовых и коммутационных перенапряжений, когда поглощенная ОНП энергия успевает рассеяться. При дуговых замыканиях на землю определяющим фактором является длительность

воздействия перенапряжений на ОПН и суммарная поглощенная при этом энергия. Экспериментальные исследования, проведенные ОРГРЭС, показывают, что при дуговых замыканиях на землю в сетях с компенсацией емкостного тока при резонансной настройке дугогасящих реакторов для ОПН создаются наиболее "комфортные" условия работы. Так, в сети с изолированной нейтралью или в сети с расстройкой компенсации более 5% дуговые замыкания на землю (в наихудшем случае) могут происходить каждый полупериод, а уровень перенапряжений достигает 3,2 Уф. В сети с резонансной настройкой повторные пробойи возникают примерно раз в 10 периодов, а уровень перенапряжений снижается до 2,2-2,4 Уф. Это означает, что суммарная поглощенная ОПН энергия при дуговых замыканиях за один и тот же промежуток времени при резонансной настройке компенсации будет на два порядка меньше, чем в сети с изолированной нейтралью или сети со степенью расстройки компенсации более 5%. Из этого следует вывод, что в сети с компенсацией емкостного тока и резонансной настройкой ДГР можно применять ОПН с более глубоким уровнем ограничения перенапряжений (наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением). Вышеуказанные выводы также подтверждает более высокая аварийность ОПН в сетях 6-35 кВ с изолированной нейтралью и в сетях с расстройкой компенсации более 5%, чем в сетях с резонансной настройкой компенсации.



Как отмечалось выше, в предыдущем издании ПТЭ разрешалась настройка с перекомпенсацией, при которой реактивная составляющая тока замыкания на землю допускалась до 5 А. Учитывая, что 5 А реактивной

составляющей тока замыкания соответствует 5% раскомпенсации для 100 А емкостного тока сети, а также тот факт, что почти половина сетей 6-35 кВ это сети с емкостным током 50-100 А, разрешение работать с раскомпенсацией в 5 А для этих сетей приводило к тому, что терялись все положительные стороны резонансной настройки компенсации. Применение плавнорегулируемых реакторов с автоматическими регуляторами позволяет решить эту проблему полностью. Следует отметить, что многие автоматические регуляторы, эксплуатируемые в энергосистемах (БАНК-(549), РАНК-2, РНДК-1, БАРК-ЗПЛ, АРК-1, УАРК-101М и т.п.), на сегодняшний день физически и морально устарели.

Вышеуказанные регуляторы обладали следующими недостатками:

- фазочувствительный блок большинства регуляторов основан на аналоговом принципе выделения угла, что при возникновении значительной расстройки компенсации ($>20\%$) приводило к эффекту ложного срабатывания регуляторов, изменению направления отработки управляющего сигнала и, как следствие, вывод плунжеров дугогасящего реактора в крайние положения;

- у некоторых регуляторов зоны срабатывания пороговых нуль-органов имели вид релейной петли, что также приводило к ложным срабатываниям регуляторов. У других регуляторов наблюдалось пересечение порогов срабатывания и отпускания зон нечувствительности со стороны недо- и перекомпенсации;

- у всех рассмотренных фазовых регуляторов были неудобные регулировки зон нечувствительности, отсутствовали блокировки от ложных срабатываний при исчезновении сигнала напряжения смещения нейтрали;

- у большинства регуляторов отсутствовала точная подстройка в резонанс, а также возможность отдельной подстройки зон нечувствительности в сторону недо- и перекомпенсации.

Также к существенным недостаткам рассмотренных регуляторов можно было бы отнести их невозможность работы при ином (чем тот, на который они были рассчитаны) способе создания искусственной несимметрии.

Разработанный ранее ОРГРЭС регулятор МИРК-3 по своей простоте и техническим характеристикам превосходил все разработанные ранее автоматические регуляторы его класса. Автоматический регулятор МИРК-3 был лишен вышеуказанных недостатков за счет более высокой чувствительности и помехозащищенности, обусловленной использованием современной элементной базы и схемотехнических решений.

Сегодня, в соответствии с требованиями времени, необходимо внедрять автоматические регуляторы на основе микропроцессорной техники с функцией сбора, хранения и передачи информации о замыканиях на землю, настройках дугогасящих реакторов и т.п. Для этой цели ОРГРЭС был разработан новый микроконтроллерный регулятор МИРК-4 взамен регулятора МИРК-3.

Автоматический регулятор МИРК-4 за счет использования современного микроконтроллера и цифровой обработки входных сигналов обладает более высокой чувствительностью и помехозащищенностью. Одновременное определение резонансной настройки по амплитуде и фазе напряжения смещения нейтрали полностью исключает ложное срабатывание регулятора. А цифровая обработка сигналов позволяет очень точно производить все необходимые регулировки (зоны нечувствительности, задержки срабатывания и т.д.). Наличие в МИРК-4 дополнительного порта RS-232(485) позволяет оперативно получать информацию о степени расстройки компенсации, срабатывании ДГР, времени возникновения замыкания на землю и токе компенсации ДГР, которая записывается в файл журнала событий и может передаваться на компьютер диспетчера. Как показывает опыт эксплуатации данных регуляторов, большинство заводских настроек, выставленных в соответствии с опытом аналогичных наладок ОРГРЭС, позволяет подключать регуляторы МИРК-4 практически без дополнительной настройки.

В том случае, если в сети с компенсацией емкостного тока необходимо быстро и селективно отключить поврежденное присоединение, можно порекомендовать, например, новые дугогасящие реакторы фирмы EGE (Чехия). Плуножерные дугогасящие реакторы фирмы EGE типа ASR(ZTC) имеют специальную вторичную обмотку, к которой при металлическом замыкании на землю автоматический регулятор подключает специальный резистор на время, достаточное для срабатывания защиты от замыкания на землю. При дуговых замыканиях же на землю дугогасящий реактор, настроенный в резонанс, проявляет все положительные стороны компенсации емкостных токов. Для управления дугогасящим реактором типа ASR(ZTC) предназначен микроконтроллерный регулятор МИРК-5, являющийся развитием регулятора МИРК-4 (рис.2).

3 ИЛОВА

Автоматические устройства настройки компенсации емкостного тока замыкания на землю в сетях 6–35 кВ

Сайт WWW.news.elteh.ru

Сегодня режим нейтрали в сетях 6–35 кВ регламентируется п.1.2.16 ПТЭ[1], в котором отмечено, что «*работа электрических сетей напряжением 3–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и нейтралью заземленной через дугогасящий реактор или резистор. Компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:*

- *в сетях 3–20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи, и во всех сетях напряжением 35 кВ – более 10 А;*

- *в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опоры на воздушных линиях электропередачи:*

 - более 30 А при напряжении 6 кВ;*

 - более 20 А при напряжении 10 кВ;*

 - более 15 А при напряжении 35 кВ;*

- *в схемах генераторного напряжения 6–20 кВ блоков генератор–трансформатор – более 5 А.»*

В предыдущем издании ПТЭ [2] допускалась настройка с перекомпенсацией, при которой реактивная составляющая тока замыкания должна быть не более 5 А, а в случае большой разности токов смежных ответвлений реактивная составляющая тока замыкания на землю допускалась не более 10 А. В новом издании ПТЭ [3] требования к настройке дугогасящих реакторов более ужесточены, и сегодня разрешается работа с перекомпенсацией не более 5%. Это связано с тем, что раньше отечественная промышленность выпускала в основном ступенчатые дугогасящие реакторы типа ЗРОМ или РЗДСОМ. В настоящее время несколькими российскими электротехническими заводами освоен выпуск плавнорегулируемых (плунжерных и с подмагничиванием) дугогасящих реакторов и проблема точной настройки компенсации в резонанс полностью исчезла.

Перед энергопредприятиями сегодня встал вопрос – как быть со старыми ступенчатыми реакторами. Учитывая их малый износ по сравнению с силовыми трансформаторами, они могли бы еще работать и дальше. Поэтому было разработано техническое решение, которое заключается в подключении параллельно ступенчатому дугогасящему реактору плавнорегулируемого реактора малой мощности (Рис.1).

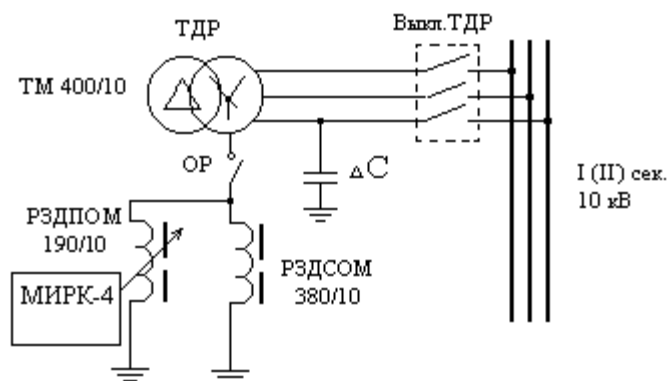


Рис.1. Схема параллельного подключения ступенчатого и плунжерного дугогасящих реакторов в сети 10 кВ.

Например, для сети 10 кВ с пределами изменения емкостного тока от 30 до 70 А, подошла бы следующая комбинация дугогасящих реакторов РЗДСОМ–380/10 + РЗДПОМ–190/10. Ступенчатый реактор работает при этом на какой-то конкретной отпайке, а плавнорегулируемый реактор отслеживает все текущие изменения емкостного тока. Пределы регулирования дугогасящего реактора РЗДСОМ–380/10 – 25–50 А, а РЗДПОМ–190/10 – 5–25 А, и, следовательно, позволяют точную настройку в резонанс при любых режимах работы сети. При этом стоимость «добавочного» дугогасящего реактора малой мощности составляет примерно в 2–3 раза меньше стоимости нового плавнорегулируемого реактора.

Учитывая, что трансформаторы для подключения дугогасящих реакторов, как правило, не используются для собственных нужд, а мощность их выбирается с некоторым запасом, во многих случаях они проходят по мощности для подключения двух дугогасящих реакторов. Необходимо только подтвердить это соответствующими расчетами [4].

Долгое время считалось, что основным средством защиты при дуговых замыканиях на землю являются ограничители перенапряжений. Экспериментальные исследования, проведенные ОРГРЭСом, показывают, что при дуговых замыканиях на землю в сетях с компенсацией емкостного тока при резонансной настройке дугогасящих реакторов для ОПН создаются как раз более комфортные условия для работы. Если в сети с изолированной нейтралью (или что равноценно расстройке компенсации более 5%) дуговые пробои могут происходить каждый полупериод (на положительной и отрицательной полуволне 50 Гц), а уровень перенапряжений достигать $3,2 U_{\phi}$, то в сети с резонансной настройкой повторные пробои возникают примерно раз в 10 периодов, а уровень перенапряжений снижается до $2,2 - 2,4 U_{\phi}$. Это означает, что суммарная поглощенная ОПН энергия при дуговых замыканиях при резонансной настройке будет на два порядка меньше, чем в сети с изолированной нейтралью (степенью расстройки компенсации более 5%). Это означает, что в сети с компенсацией емкостного тока и резонансной настройкой ДГР можно применять ОПН с более глубоким уровнем

ограничения перенапряжений (наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением). Компенсация емкостного тока также «спасает» ограничители перенапряжений от воздействия феррорезонансных процессов.

Для автоматического управления плунжерными дугогасящими реакторами был разработан новый регулятор МИРК–4 на базе микроконтроллера 16Рxxx, взамен старого аналогового регулятора МИРК–3.

Разработанный ранее регулятор МИРК–3 по своей простоте и техническим характеристикам превосходил все разработанные ранее автоматические регуляторы его класса, к которым можно отнести следующие фазовые регуляторы: БАНК–5–9, РАНК–2, РНДК–1, УАРК–101М.

Вышеуказанные регуляторы обладали следующими недостатками:

- фазочувствительный блок большинства регуляторов основан на аналоговом принципе выделения угла, что при возникновении значительной расстройки компенсации ($>20\%$) приводило к эффекту ложного срабатывания регуляторов, изменению направления отработки управляющего сигнала и, как следствие, вывод плунжеров дугогасящего реактора в крайние положения;

- у некоторых регуляторов зоны срабатывания пороговых нуль–органов имели вид релейной петли, что также приводило к ложным срабатываниям регуляторов. У других регуляторов наблюдалось пересечение порогов срабатывания и отпуска зон нечувствительности со стороны недо– и перекомпенсации;

- у всех рассмотренных фазовых регуляторов были неудобные регулировки зон нечувствительности, отсутствовали блокировки от ложных срабатываний при исчезновении сигнала напряжения смещения нейтрали;

- у большинства регуляторов отсутствовала точная подстройка в резонанс, а также возможность отдельной подстройки зон нечувствительности в сторону недо– и перекомпенсации.

Также к существенным недостаткам рассмотренных регуляторов можно было бы отнести их невозможность работы при ином (чем тот, на который они были рассчитаны) способе создания искусственной несимметрии.

Автоматический регулятор МИРК–3 был лишен вышеуказанных недостатков за счет более высокой чувствительности и помехозащищенности, обусловленной использованием современной элементной базы и схемотехнических решений.

Автоматический регулятор МИРК–4 за счет использования современного микроконтроллера и цифровой обработке входных сигналов обладает еще большей чувствительностью и помехозащищенностью. Одновременное определение резонансной настройки по амплитуде и фазовому углу напряжения смещения нейтрали полностью исключает ложное срабатывание регулятора. А цифровая обработка сигналов позволяет очень точно производить все необходимые регулировки (зоны нечувствительности, задержки срабатывания и т.д.). Наличие в МИРК–4 дополнительного порта RS–232 позволяет оперативно получать информацию

о степени расстройки компенсации, срабатывании ДГР, времени возникновения замыкания на землю и токе компенсации ДГР, которая записывается в файл журнала событий и может передаваться на компьютер диспетчера.

На основании вышеизложенного, для сетей 3–35 кВ хотелось бы предложить еще один вид заземления нейтрали – индуктивно–активный. Смысл его заключается в том, что сеть работает с нейтралью заземленной через дугогасящий реактор и при дуговых замыканиях на землю проявляются все положительные стороны компенсации емкостных токов. При металлическом замыкании на землю параллельно дугогасящему реактору подключается резистор на время достаточное для срабатывания защиты от замыкания на землю. Данный тип заземления нейтрали наиболее легко внедрить в действующих сетях, так как он не потребует значительных затрат по реконструкции подстанций. В настоящее время в ОРГРЭС ведется разработка микроконтроллерного регулятора МИРК–5, который будет управлять работой дугогасящего реактора и резистора в нейтрали.

Использование резистивного заземления нейтралей ранее сдерживалось из-за отсутствия соответствующих руководящих документов, необходимых как проектным, так и эксплуатационным организациям. В новых ПТЭ[1] в п. 1.2.16 записано: «...*работа электрических сетей напряжением 3–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор*». Из этого следует, что в документе, являющимся по сути государственным стандартом, обязательным для всех электроэнергетических предприятий, лишь кратко перечислены варианты заземления нейтралей; отсутствует регламентация применения и выбора того или иного способа заземления; неполно изложены требования к заземлениям, так, в п. 1.7.96 ПУЭ отсутствуют требования к контуру заземления при резистивном заземлении нейтралей.

В настоящее время под эгидой ОАО «Инженерный центр ЕЭС» создана рабочая группа по разработке руководящего материала (национального стандарта или стандарта отрасли) по способу заземления нейтрали в сетях 3–35 кВ, в который должны войти:

- рекомендации по выбору и эксплуатации дугогасящих реакторов,
- рекомендации по выбору и эксплуатации высокоомных и низкоомных резисторов,
- области применения дугогасящих реакторов и резисторов,
- рекомендации по защите от перенапряжений, в т.ч. требования к контуру заземления,
- рекомендации по релейной защите,
- рекомендации по программам расчетов перенапряжений.

Выводы.

1. В сетях 3–35 кВ с компенсацией емкостного тока замыкания на землю, рекомендуется применять плавнорегулируемые дугогасящие

реакторы типа РЗДПОМ с микропроцессорными автоматическими регуляторами типа МИРК–4.

2. В сетях 3–35 кВ, где имеется необходимое резервирование потребителей можно рекомендовать внедрение резистивного (низкоомного) заземление нейтрали и использование простых токовых защит типа РТЗ–50(51).

3. Необходимо рассмотреть возможность применения в сетях 3–35 кВ совместного применения дугогасящих реакторов и высокоомного резистора («активно–индуктивное» заземление нейтрали).

4. Применимость того или иного режима заземления нейтрали в сетях 3–35 кВ необходимо подтвердить соответствующими экспериментально–расчетными исследованиями уровней перенапряжений при дуговых замыканиях на землю.

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, РД 34.20.501–2003, Москва, 2003г., СПО ОРГРЭС.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, РД 34.20.501–95, 15–е изд., Москва, 1996г., СПО ОРГРЭС.
3. Ф.А. Лихачев, «Замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсацией емкостных токов», 1971 г., Москва, «Энергия».
4. «Типовая инструкция по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6–35 кВ» (ТИ 34–70–070–87), СПО Союзтехэнерго, Москва, 1988г.