

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

ОХУНЖОНОВ ШАХРИЁР
АЗАМЖОНОВИЧ

РЕСПУБЛИКА ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ
ТИЗИМИ ФАРҒОНА ВИЛОЯТИДАГИ
МАВЖУД УЗАТИШ ЛИНИЯЛАРИНИ ТАҲЛИЛ
ҚИЛИШ

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

ДИССЕРТАЦИЯСИ

Илмий раҳбар:

доц. Т.К.Жабборов

Фарғона–2012

МУНДАРИЖА

МУНДАРИЖА	2
КИРИШ	5
I–БОБ. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ВА ЭЛЕМЕНТЛАРИ ҲАҚИДА МАЪЛУМОТЛАР	9
1.1. Умумий маълумотлар	9
1.2. Ҳаво линиялари тузилиши асосий элементлари.....	11
1.3. ТАЯНЧЛАР.....	13
1.4. ИЗОЛЯТОРЛАР	13
1.5. Кабел линияларининг тузилиши ҳақида асосий маълумотлар	14
1.6. Кабелларни жойлаштириш.....	16
1.7. Кабелларни маркаш.....	16
II–БОБ. ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЙЎЛЛАРИНИНГ АЛМАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ ПАРАМЕТРЛАРИ	17
2.1. Белгилашлар тизими ва ҳисоблашлар учун ишлатиладиган асосий ифодалар.....	17
2.2. Электр узатиш йўлларининг алмаштириш схемалари ва ҳисоб параметрлари	18
2.3. Трансформатор ва автотрансформаторларнинг алмаштириш схемалари	22
2.3.1. Икки чўлғамли трансформаторнинг алмаштириш схемаси, каталог ва ҳисоб параметрлари	22
2.4. Уч чўлғамли трансформаторнинг алмаштириш схемаси, каталог ва ҳисоб параметрлари	25
2.4.1. Автотрансформаторнинг алмаштириш схемаси, каталог ва ҳисоб параметрлари	26
2.5. Электр тизимларининг схемалари. барқарор ҳолатнинг чизиқли ва эгри чизиқли тенгламалари.....	28
2.5.1. Электр тизимининг схемалари ва уларнинг элементлари.....	28
2.6. ЭУЙ нинг ҳолатини юклама токи берилганда ҳисоблаш	31

2.7. Электр узатиш йўли ток ва кучланишининг вектор диаграммаси.....	32
III–БОБ. ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЙЎЛИ ҲОЛАТЛАРИНИ ЮКЛАМА ҚУВВАТИ БЕРИЛГАНДА ҲИСОБЛАШ	34
3.1. ЭУЙ ҳолатини юклама қуввати ва кучланиши берилганда ҳисоблаш.....	34
3.2. ЭУЙ ҳолатини юклама қуввати ва манба кучланиши берилганда ҳисоблаш. Икки этапли усул.....	36
3.3. Электр узатиш йўлида кучланиш пасайиши ва кучланиш исрофи ...	37
IV–БОБ. ОЧИҚ ТАҚСИМЛОВЧИ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.....	38
4.1. Кучланиши 35 кВ ва ундан катта бўлган очик тақсимловчи электр тармоқларни ҳисоблашдаги рухсат этишлар.	38
4.2. Тақсимловчи электр тармоқларда кучланиш исрофининг энг катта қийматини аниқлаш	41
V–БОБ. ЭНЕРГЕТИКА СИСТЕМАЛАРИ ВА ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШНИНГ ВАЗИФАЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ	45
5.1. Энергетика системаларининг электр тармоқларида техник иқтисодий ҳисоблашлар	45
5.2. Техник–иқтисодий кўрсаткичлар.....	47
5.2. Электр тармоқлари вариантларини техник–иқтисодий ҳисоблашлар	49
5.2.1. Электр тармоқлари вариантларини капитал маблағ ва қўшимча ҳаражатлар бўйича солиштириш.....	49
5.3. Электр тармоқ вариантларини келтирилган ҳаражатлар..... бўйича солиштириш.....	50
5.4. Электр тармоқ вариантыни ишончлилиқ даражасини ҳисобга олиб танлаш	51
5.5. Электр тармоқни лойиҳалаштиришда номинал кучланишни танлаш	54
VI–боб. ЎТКАЗГИЧЛАР ВА КАБЕЛЛАРНИНГ КЎНДАЛАНГ КЕСИМ ЮЗАЛАРИ ТАНЛАШ УСУЛЛАРИ	56

6.1. Ўтказгичлар кесим юзаларини токнинг иқтисодий зичлиги танлаш.	56
6.2. Ўтказгичларни кесим юзаларини иқтисодий интерваллар усули.....	59
бўйича танлаш	59
6.3. Тақсимловчи тармоқларда эуї нинг кесим юзасини рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича аниқлашнинг характерли хусусиятлари	62
6.3.1. Тақсимловчи электр тармоқларида ўтказгич кесим юзаларини рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича танлаш	62
6.4. Ўтказгич кесим юзасини қувват исрофини минимумлик шарти бўйича.	66
6.5. Ўтказгич кесим юзасини ўтказувчи материал сарфини минимумлик шарти бўйича танлаш	67
6.6. Қувват ва энергия исрофларини ҳисоблаш ҳамда уларни камайтириш тадбирлари	68
6.6.1. ЭУЇ ларида қувват ва энергия йиллик исрофларини юклама графиги бўйича ҳисоблаш	68
6.7. ЭУЇ да қувват ва йиллик энергия исрофини максимал юклама ва максимал қувватда фойдаланиш вақти бўйича ҳисоблаш	71
6.8. Электр тармоқларида қувват ва энергия исрофларини камайтириш тадбирлари	73
ХУЛОСА	75
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.....	76
ИЛОВАЛАР	80
ИНТЕРНЕТ МАЪЛУМОТЛАРИ.....	80

КИРИШ

Тадқиқотлар мавзусининг долзарблиги. Ҳозирги замонда энергетика тизимини мустаҳкамлигини оширишда 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 етказилади.

Ўзбекистонда 500 кВ ли тармоқлар базасида ягона электр система тузилган. 2009 йилдан бошлаб, 500 кВ ли “Ўзбекистон” подстанцияси ишга тушди.

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 ишончлилики талаб қилади. Шу сабабли тўхтовсиз реле ҳимоясини техникасини мукамаллаштириш ва ривожлантириш йўлида ишлар амалга оширилиши керак.

Узун электр линияларини ҳимоялашга янги ҳимоялар тадбиқ қилинмоқда.

Масофадан туриб ҳимоялаш, мураккаб характеристикали ҳимоялар 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 ҳимоясида 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 ҳимоясига аниқ етказиб беришни талаб қилинади. Бу муаммони хал қилиш учун трансформатор тоқларини такомиллаштирилди. Трансформатор тоқларини йўл қўядиган хатолари борлиги учун бирламчи ток ҳақида аниқ маълумот берувчи бошқа аниқроқ ишлайдиган қурилмага талабни кучайтирмоқда.

Диссертациянинг мақсад ва вазифалари. Электр таъминоти ишончлилиги ва мустаҳкамлини муаммосини таҳлил қилиш учун ШМТ нинг энг 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 «Буғ–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 ойидан 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 харажат, 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 майдон ҳудудига яна 110 кВли 90–ПС қуриш лозим. 90–ПС ҳам иккита мустақил манбадан озиқланса, мақсадга мувофиқ бўлади. Диссертацияда шу муаммоларга эътибор берилган.

Диссертациянинг амалий аҳамияти. 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 қувватини оширади ва 110 кВ томондаги кучланишлар оғишини сездирмайди.

Генерация қилувчи қувватни ортиши қисқа туташув тоқларни ошишига олиб келади. Шунинг учун, 6 кВ томонга тоқни 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 «Farg’onaazot» ОАЖ нинг «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 ишончилигини 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–БОБ. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ВА ЭЛЕМЕНТЛАРИ ҲАҚИДА МАЪЛУМОТЛАР

1.1. Умумий маълумотлар

Халқ хўжалиги ва ишлаб чиқариш иқтисодиётини электр энергиясиз тасаввур этиб бўлмаганидек республикамиз миқёсида амалга оширилаётган ислохатлар ҳам энергетика иншоотларининг ривожланиши билан чамбарчас боғлиқдир.

Шу билан бир қаторда Фарғона водийсидаги вилоятларда ҳам энергетика янги иншоотлари қурилишлари кенг кўламда амалга оширилмоқда. Охирги беш йил ичида ўрта ва кичик энергетиканинг талайгина иншоотлари қурилди ва кўпгина реконструкция ишлари ҳам бажарилди.

Андижон, Наманган ва Фарғона вилоятларининг шаҳар ва қишлоқларидagi янги қурилишлар кўплаб қурилаётган намунавий уйларни муҳандислик коммуникацияларига уланиши, ишга туширилган ўрта ва кичик бизнес корхоналари ва қўшма корхоналар мисол бўла олади.

Баъзан водий ҳудудидаги электростанциялар электр истеъмолини қоплай оладими деган саволни беришади (индивидуал тарздаги куёш станциялари ва кичик ГЭС лар бундан мустасно).

Водийда жойлашган электростанциялар қуввати: Фарғона ТЭҚ (ИЭС)– 100 МВт, Андижон ГЭС–200 МВт ва Шаҳрихон ГЭС каскади – 20 МВт – жами 320 МВт бўлиб истеъмол қуввати эса: Фарғона вилояти – 800 МВт, Андижон ва Наманган вилоятлари 600 МВт дан – жами 2000 МВт.

Бундан кўриниб турибдики, электростанциялар қуввати электр истеъмолини 10–15% миқдоридагина қоплаши мумкин. Фарғона водийсидаги катта энергетика иншоотлари республика ва Ўрта Осиё энергетика тизимига 500 ва 220 кВли ҳаво линиялари орқали уланган бўлиб, асосий манбалари: Сирдарё ТЭС, Янги Ангрен ва Эски Ангрен иссиқлик электр станциялари, Тошкент ГРЭС ва Қирғизистон ГЭС лари, ҳамда Қозоғистон

орқали уланган (500 кВ ҳаво линиялари орқали). Россия Федерациясининг Сибирь ГЭС лари ҳам ҳисобланади. 500 ва 220 кВ ПС ларда энергосистеманинг турғунлигини сақлаш мақсадида АПНУ автоматика жиҳозлари, АЧР, САОН, АЛАР, УФОЛ, частота орқали ҳудудларга бўлиб юбориш автоматикаси, ОАПВ, ТАПВ, АВР қайта улаш жиҳозлари билан таъминланган.

Автотрансформаторлар ва ВЛ (ҳаво узатгичлари) изоляция бузилишлари ва фавқулотда юзага келадиган қисқа туташувлар вақтида секунднинг 10 дан бир улушида ўчира оладиган реле ҳимоялари билан жиҳозланган.

Катта энергетикани ривожлантириш ва энергетика мустақиллигини амалга ошириш давлат инвестиция программалари асосида бажарилмоқда.

2008–2010 йилларда қурилиши тугалланиб ишга тушурилган 500 кВ ВЛ Новоангрэн–Ўзбекистон ҳаво линияси, Қўқон шарҳи яқинида қурилган қуввати 1000 МВА бўлган 500/220 кВли “Ўзбекистон” ПС, Л–503 СД ГРЭС–ПС Лочин линиясини “Заход–выход” қилиниши, Ўрта Осиёда биринчи марта Л – 524 ВЛ да “ВОЛС” алоқа кабелини ишлатилиши ва компьютер орқали бошқариладиган ярим ўтказгичли Россия ва Европадан келтирилган реле ҳимояси ва автоматика жиҳозлари учун ишлатиладиган “Экра” ва “Сименс” микропроцессорларини қулланилиши муҳим ҳодиса бўлди.

2011–2012 йилларда қурилиши тугулланиб, ишга тушуриладиган иншоотлар монтаж ва созлаш ишлари давом этмоқда, булардан:

1. ВЛ–220 кВ икки занжирли “Фазилмон–Лочин” ҳаво линияси қурилиши $L=97$ км.

2. ВЛ–220 кВ “Қизил–Ровот–Юлдуз” ҳаво линия қурилиши $L=65$ км.

3. ВЛ–110 кВ “ГЭС–29–ПС Фазилмон” ҳаво линияси қурилиши билан ПС Фазилмонда 2х63 МВА автотрансформаторлари 2х125 МВА қувватга алмаштирилиб 200 МВт атрофида “ГЭС–29” генераторларини қуввати энергосистемага узатилишини йўлга қўйиш.

4. СД ГРЭС – ПС, Лочин 500 кВ ВЛ – 80 км участкасини қўшни республикалар ҳудудидан Ўзбекистон ҳудудига олиб ўтиш ва ҳ.к.з.

Алоҳида шуни айтим ўтиш мумкинлиги, 2012–2015 йилларда қурилиш мўлжалланган ВЛ–500 кВ НА ГРЭС – ПС Наманган ҳаво линияси ва Наманган 500 кВ ПС қурилиш учун инвестиция программаси тасдиқланиб маблағлари ажратилиши бошланди. Ушбу ПС ни қурилиши кейинги йилларда энерго тизимида 500 кВ ли ҳалқа ташкил бўлишига имкон яратди.

1.2. Ҳаво линиялари тузилиши асосий элементлари

Электр энергиясини электр станциялардан умумий юклагамага узатилиши ҳар хил кучланишли электр линиялари ёрдамида амалга оширилади. Энергетика системаси икки хил турдаги элементлардан иборат: ўзгарувчи, яъни бу элементлар ёрдамида энергия бир турдан иккинчи турга ўзгартирилади, узатувчи яъни булар (ҳаво ва кабел линиялари) энергияни керакли масофаларга узатишга хизмат қилади.

Электр тармоқлари электр узатиш линиялари, подстанциялар, тақсимланиш пунктларидан ташкил топгандир.

Ҳаво электр узатув линияси (ЭУЛ) деб очик ҳавода жолайшган изоляторлар ва арматуралар ёрдамида таянчларга ёки муҳандислик иншоотлари кронштейнларига маҳкамланган симлар орқали электр энергияни узатиш қурилмаларига айтилади.

Ҳаво линиясининг (ХЛ) асосий элементлари бу электр энергияни узатишга мўлжалланган симлар, таянчларни юқори қисмига уланган симларни атмосферада бўладиган ўта юқори кучланишдан ҳимоя қиладиган ҳимоя тросслари, симлар ва изоляторларни осатишга мўлжалланган таянчлар, симларни таянчлардан изолятор ва таянчларга маҳкамлайдиган ҳамда уларни бирлаштирадиган линия арматураларидир. Ҳаво линияларнинг тузилиши иқлим шароитларига ҳарорат, шамол, музлаш, газлар, тузларининг йиғилиши ва ҳ.к.з.га боғлиқдир.

Ҳаво линияси бир толадан иборат симга ва бир хил металл юзасига караб 7–19 ва 37 та ўзаро буралган толалардан иборат кўп толали симларга бўлинади.

Икки хил металл ёки металл қотишма толалардан иборат кўп толали биметалл симлар, ўртаси тешик симлар ва спирал каркасли кенгайтирилган бўлади.

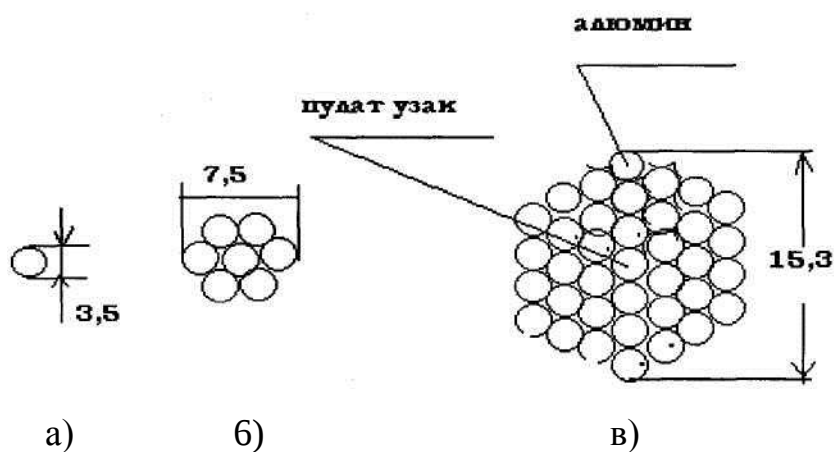
Симлар:

1. Алюминий
2. Пулат
3. Мис
4. Махсус қотишмалардан тайёрланади.

Чунки, улар ноёб бўлмаган ва анча арзон металллар.

Мис симлар (М–35) кам ишлатилади асосан алюминий (А–50) симлар атмосфера таъсирига яхши қаршиликка бардош беради.

Пулат симлар катта механик мустаҳкамликка эга, аммо коррозияга ўта таъсирчан.



1.1–расм. ХЛ симларнинг тузилиши.

Қуйидаги симлар ишлаб чиқарилади. АС маркали (Алюминий пулатга нисбатан 6,5÷6,0:1); АСУ (алюминий пулат) кучайтирилган сим.

Тросслар ҳаво линияларини атмосферадаги ўта юқори кучланишлардан ва чакмоқ уришдан сақлаш учун яна алоқа линияларга қилинадиган таъсирни камайтириш учун мўжалланган.

1.3. ТАЯНЧЛАР

Таянчлар симлар ва троссларни ердан ёки сувдан керакли бўлган баландликда осилиш учун қўлланилади. Таянчлар материални турига қараб:

- 1). Ёғочли
- 2). Металл
- 3). Темир–бетон бўлиши мумкин.

Турига қараб ҳаво линияларини таянчлари икки асосий хилга: оралик ва анкерлиликка бўлинади.

Оралик таянчлари симларни маълум бир баландликда осилиб туришлари учун қўйилади ва улар нормал иш ҳолатида линиянинг ҳамма элементларни оғирлигини, сим атрофидаги муз оғирлигини ва шу билан линиянинг йўналишига перпендикуляр шамолнинг босимини ўз устига олади.

Охирги таянчлар анкерли қилиб бажарилади.

Анкерли таянчлар бошқа ҳамма таянчлар ёрдамидаги симлар ва троссларнинг тортилиши кучларни бутунлай ўзига қабул қилади.

Вазифасига кўра таянчлар:

1. Бурчак ҳосил қилувчи
2. Охирги
3. Ошиб ўтадиган
4. Транспозицион
5. Тармоқлайдиган таянчларга бўлинади.

1.4. ИЗОЛЯТОРЛАР

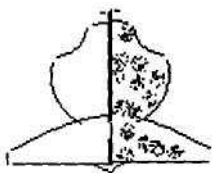
Изоляторлар симларни таянчларга маҳкамлаш учун ва кучланиш остидаги симлар билан таянчлар орасида керакли изоляция оралиғи ҳосил қилиш учун ишлатилади. Линия изоляторлари чинни ва шишадан тайёрланади.

Ҳар бир изолятор хусусий изоляция элементидан сим ва троссларни изоляторга, изоляторни эса таянчга маҳкамлайдиган металл арматурадан ташкил топган.

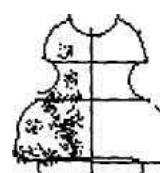
Шишали изоляторлар чиннига нисбатан мустаҳкам. Линия изоляторлари конструктив тузилишига қараб:

1. Штирли
2. Осма
3. Стержен шаклида бўлади.

Штирли изолятолар кучланиши 35 кВ гача бўлган ҳаво линияларда қўлланилади.



Штирли изолятор



Осма изолятор

Осма изоляторлар кучланиши 35 кВ дан юқори бўлган ҳаво линияларда қўлланилади, улар юқори механик хусусиятларга эга. ПФ (осмали чинни) ёки ПС (осмали шиша) □ хиллари тоза атмосферада, ПФГ, ПСТ – ифлосланган районларда қўлланилади.

Улар – тутиб турувчи, тортиб турувчи тизимларга йигилади.

Стержен шаклидаги изоляторларни осма ҳам штирли қилиб ишлатиш мумкин.

Уларнинг камчиликлари унча юқори бўлмаган механик мустаҳкамлик, бу эса ўз навбатида линиянинг ишончлилигини камайтиради.

1.5. Кабел линияларининг тузилиши ҳақида асосий маълумотлар

Кабел деб герметик қобикда жойлашган, устига керак бўлганида ҳимоя қопламаси қўйилган бир ёки бир неча мартта изоляция қилинган ток ўтказувчи сим томирларини йигиндисига айтилади.

Кабеллар:

А) Кучли ток кабеллари

Б) Назорат кабелларига бўлинади.

Кабелнинг асосий элементлари: ток ўтказувчи сим томири, томир изоляцияси, ўралган жут толаси, белбоқ (поясная) изоляцияси, қобиқ, тўқима қатлами, зирх, битумли қоплама.

Кабел сим томири деб бир ёки бир неча буралган. устига фаза изоляцияси ўралган симлар (толалар) айтилади. Ток ўтказувчи томирлар мис ёки алюминийдан тайёрланади.

Кабел сим томирларининг кесим юзаси 1. Доиравий;

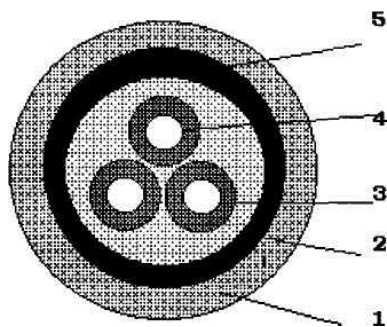
2. Сегментли;

3. Сектор кўринишида бўлади.

Кабеллар томирининг сонига қараб бир икки, уч ва тўрт томирли кабелга бўлинади.

Кабелларда изоляция материаллари учун резина, кабел қоғози ва пластмасса ишлатилади.

Кўп томирли кабелларда фазалараро изоляцияси пластмассадан ёки кабел қоғозидан иборат, бу қоғоз мойли канифол билан шимдирилган бўлади. Ҳамма томирлар биргаликда белбоғли изоляция қилинади. Энг юқорисида алюминли герметик қобиғ қилинади. Қобиклар қўрғошинли ёки зирхли бўлиши мумкин. Бу қобиклар кабелни механик шикастланишлардан сақлайди.



1.2–расм. Мой билан тўлдирилган юқори кучланишли кабелни тузилиши.

35 кВ дан юқори бўлган кабелларда ҳар қайси фаза қўрғошинли қобиғга эга.

110÷220 кВ ли кучланшларда мой тўлдирилган кабеллар ишлатилади.

Бундай кабель (расм): 1,6 Мпа босим остида мой билан тўлдирилган пўлат трубани (1) ичида жойлашган учта бир фазали кабелдан (4) ташкил топган, (3)—коғоз изоляцияси, (2) – юза экрани, (5) – латун тасмаси.

1.6. Кабелларни жойлаштириш

Кабел иншоотлари деб кабеллар.кабел муфтлари, мой билан таъминловчи аппаратлар ва бошқа кабел линияларининг нормал ишлашини таъминлайдиган ускуналарни жойлаш учун махсус мўлжалланган иншоотлар айтилади.

Кабеллар махсус каналларда. туннелларда. эстакадаларда, қувурларда ётқизилади. Хоналарда эса металл токчаларда, полда, деворларда ва металл конструкцияларда жойлаштирилади.

Ёнғиндан асровчи махсус жут қопламали кабеллар ҳам бор.

Механик шикастланишлар, ётқизиш вақтидаги нуқсонлар. Ўта юкланишлар, кабелни бузилишига олиб келади. Шунинг учун кабелни тўғри жойлаштириш катта аҳамиятга эга.

1.7. Кабелларни маркалаш

Кабелни маркалашда томирнинг, қобиғнинг, изоляциянинг материали кўрсатилади.

Масалан, АСБ – алюмин томирли, қўрғошин (С) қобиғли, зирхланган (броня Б) кабел

ААБ – алюмин томирли .алюмин қобиғли. зирхланган кабел;

АВВГ– алюмин томирли,поливинилхлорид қобиғли, изоляцияси ҳам винилхлоридли кабел.

II–БОБ. ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЙЎЛЛАРИНИНГ АЛМАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ ПАРАМЕТРЛАРИ

2.1. Белгилашлар тизими ва ҳисоблашлар учун ишлатиладиган асосий ифодалар

Ўзгарувчан ток электр тармоқлари уч фазали занжирлардан иборат. Нормал иш ҳолатида симметрик тармоқларда фаза токлари ва кучланишлари симметрик ва синусоидал деб қаралади. Шу сабабли ҳамма ҳисоб ва таҳлилларни фақат бир фаза учун тузилган алмаштириш схемасида кўриб чиқиш мумкин. Истеъмолчи тармоққа юлдуз усулида уланган. Фараз қилайлик, $Z_{ю}$ $Z_{л}$ – тармоқдаги юкламанинг ва линиянинг бир фазасига тўғри келувчи комплекс қаршиликлар бўлсин. Тармоқнинг ҳар бир фазасида I комплекс белгиланган ток оқади. Бу ток юкламанинг фаза токи $I_{ю}$ га тенг. Тугуннинг фазасидаги комплекс кучланишни U_{ϕ} ва фазалараро кучланишни U деб белгилаймиз.

Маълумки, симметрик ҳолатда юқоридаги кучланишлар орасида куйидагича боғланиш мавжуд:

$$U = \sqrt{3} * U_{\phi}$$

Ўзгарувчан ток электр занжирларига оид айрим маълумотларни эслатиб ўтаемиз. Комплекс катталиклар алгебраик ва символик кўринишда бўлиши мумкин:

$$\dot{U} = U' + jU'' = U * e^{j\varphi_U}; \quad (2.1)$$

$$\dot{I} = I' + jI'' = I * e^{j\varphi_I}; \quad (2.2)$$

$$\dot{S} = P + jQ = S * e^{j\varphi} \quad (2.3)$$

Бу ерда:

U' , I' , P – катталикларнинг актив қисми; U'' , I'' , Q – катталикларнинг реактив қисми;

U , I , S – катталикларнинг модуллари; φ_U , φ_I , φ_s – мос ҳолда кучланиш, ток ва қувватларнинг актив ва реактив қисмлари орасидаги бурчаклар.

Уч фаза учун тўла қувват:

$$\dot{S} = 3 S_{\phi} = 3 \dot{U}_{\phi} \hat{I}_{\phi}; \quad (2.4)$$

Бу ерда: $\hat{I}$ – токнинг қўшма комплекс сони; P , Q – уч фазанинг актив ва реактив қувватлари.

Агар комплекс кучланиш U ва ток I орасидаги бурчак φ га тенг бўлса, у ҳолда (К.4) дан $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$; $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$ келиб чиқади.

Тугундаги ток:

$$\dot{I} = \frac{\hat{S}}{\sqrt{3}\hat{U}} = \frac{P - jQ}{\sqrt{3}(U' - jU'')};$$

ва ушбу ток модулининг квадрати қуйидагига тенг:

$$I^2 = \frac{S^2}{3U^2}$$

Тармоқда исроф бўлувчи қувват қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta S = 3 I^2 Z = \frac{S^2}{U^2} Z = \frac{S^2}{U^2} r + j \frac{S^2}{U^2} x = \Delta P + j \Delta Q ,$$

Бу ерда: $Z = r + jx$ элементнинг тўла қаршилиги; r ва x – элементнинг актив ва реактив қаршиликлари. Қаршиликка мос ўтказувчанлик:

$$Y = \frac{1}{Z} = g + jb; \quad g = \frac{r}{r^2 + x^2}, \quad b = -\frac{x}{r^2 + x^2}$$

Индуктив характердаги ток кучланишдан φ – бурчакка орқада келади, шунинг учун унинг реактив қисми минус ишора билан олинади, шунингдек, сиғим характердаги ток кучланишдан олдинда келгани учун реактив қисми плюс ишора билан олинади.

2.2. Электр узатиш йўллариининг алмаштириш схемалари ва ҳисоб параметрлари

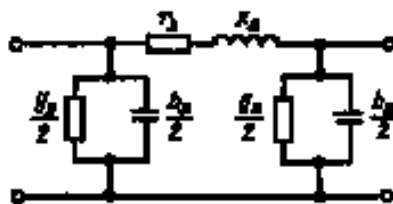
Нисбатан катта бўлмаган узунликдаги электр узатиш йўллари параметрларининг тақсимланганлигини эътиборга олмаслик ва уларни бутун узунлик бўйича бир хилда тақсимланган деб қараш мумкин.

Узунлиги $300\div 400$ км дан ошмаган 110 кВ ва ундан юқори кучланишда ишловчи ҳаводаги электр узатиш йўлининг алмаштириш схемаси одатда П–симон кўринишда тасвирланади (1.1–расм). Расмда r_n, x_n – электр узатиш йўлининг актив ва реактив қаршиликлари ва g_n, b_n – электр узатиш йўлининг актив ва сиғим ўтказувчанликлари.

Актив қаршилик қуйидаги формула бўйича топилади:

$$r_n = r_0 l, \quad (2.5)$$

Бу ерда: r_0 – солиштирма актив қаршилик, Ом/км (ўтказгичнинг ҳарорати $+20^\circ\text{C}$ бўлганда); l – узатиш йўлининг узунлиги, км.



2.1–расм. Ҳаводаги электр узатиш йўлининг П–симон алмаштириш схемаси

Симлар ва кабелларнинг актив қаршиликлари 50 Гц давр тезлигида тахминан омик қаршиликка тенгдир. Шу туфайли юза эффекти ҳодисаси эътиборга олинмайди. r_0 нинг қиймати пўлат–алюминий ва бошқа рангли металлдан тайёрланган ўтказгичлар учун кўндаланг кесим юзаларига боғлиқ равишда жадвалдан аниқланади. Ўтказгичнинг ҳарорати 20°C дан фарқ қилганда мос формулалар бўйича топилади.

Реактив қаршилик қуйидаги тартибда топилади:

$$x_n = x_0 l, \quad (2.6)$$

Бу ерда: x_0 – солиштирма реактив қаршилик, Ом/км.

Электр узатиш йўлининг алоҳида фазаларидаги реактив қаршиликлар умумий ҳолда турлича. Симметрик ҳолатларни ҳисоблашда x_0 нинг ўртача қийматидан фойдаланилади:

$$x_0 = 0,144 \lg(D_{yp} / r_{yT}) + 0,0157, \quad (2.7)$$

Бу ерда: r_{yt} – ўтказгичнинг радиуси; D_{yp} – фаза ўтказгичлари оралиғидаги ўрта геометрик масофа:

$$D_{yp} = \sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}} ,$$

Бу ерда: D_{ab} , D_{bc} , D_{ca} – мос фаза ўтказгичлари орасидаги масофа.

Номинал кучланиши 330 кВ ва ундан юқори бўлган электр узатиш йўлларида фаза ўтказгичлари бир нечта ўтказгичларга парчаланadi. Бундай ҳолларда (1.3) формуласидаги r_{yt} ўрнига қуйидаги формула бўйича топиловчи $r_{эк}$ фойдаланилади:

$$r_{эк} = \sqrt[n_{\phi}]{r_{yt} a_{yp}^{n_{\phi}-1}} , \quad (2.8)$$

Бу ерда: $r_{эк}$ – ўтказгичнинг эквивалент радиуси; a_{yp} – битта фазадаги ўтказгичлар орасидаги ўрта геометрик масофа; n_{ϕ} – битта фазадаги ўтказгичлар сони.

Парчаланган ўтказгичли электр узатиш йўллари (ЭУЙ) учун (2.8) формуладаги сўнгги ташкил этувчи $0.0157 / n_{\phi}$ кўринишда бўлади. Шунингдек, бундай ЭУЙ лари учун солиштирма актив қаршилиқ қуйидагича топилади:

$$r_0 = r_{0yt} / n_{\phi} ,$$

Бу ерда: r_{0yt} – олинган кесимдаги ўтказгичнинг жадвалдан олинувчи солиштирма қаршилиғи.

Пўлаталюминий ўтказгичлар учун x_0 кесим юзасига боғлиқ равишда, пўлат ўтказгичлар учун эса кесим юзаси ва токка боғлиқ равишда жадвалдан олинади.

ЭУЙ нинг *актив ўтказувчанлиги* икки кўринишдаги актив қувват исрофларини ифода этади: изоляторлар орқали оқувчи дайди тоқлар туфайли юз берувчи исрофлар ва тожланиш исрофлари.

Изоляторлардаги дайди тоқлар киймати жуда кам бўлиб, улар туфайли юз берувчи исрофларни ҳисобга олмаслик мумкин. Тожланиш даражаси ўтказгичдаги кучланиш ва унинг радиусига боғлиқ бўлади. Шу сабабли бу

исрофнинг қийматини рухсат этилган ораликда тутиш учун тожланиш бўйича рухсат этилувчи энг кичик кесим юзаси белгиланган. Унга мувофик энг кичик кесим юзаси 110 кВ учун 70 мм^2 , 150 кВ учун 120 мм^2 , 220 кВ учун 240 мм^2 .

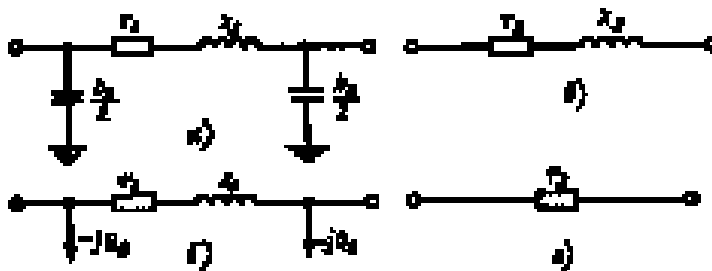
220 кВ гача кучланишдаги тармоқларни ҳисоблашда актив ўтказувчанлик эътиборга олинмайди.

ЭУЙ нинг *сиғим ўтказувчанлиги* b_n алоҳида фаза ўтказгичлари орасидаги ва фаза ўтказгичлари билан ер орасидаги сиғим таъсирида вужудга келади ва қуйидагича ҳисобланади:

$$b_n = b_0 l, \quad (2.9)$$

Бу ерда: b_0 – солиштирма сиғим ўтказувчанлик бўлиб, жадвалдан аниқланиши ёки қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$b_0 = \frac{7,58}{\lg \frac{D_{yp}}{r_{yt}}} \cdot 10^{-6} \quad (2.10)$$



2.1–расм. Электр узатиш йўлининг алмаштириш схемаси.

а,б– $110\text{--}220\text{ кВ}$ кучланишли ҳаводаги узатиш йўллари учун; в– 35 кВ ва ундан паст кучланишли ҳаводаги узатиш йўллари учун; 10 кВ ва ундан паст кучланишли кабелли узатиш йўллари учун.

Кўпгина ҳолларда $110\div 220\text{ кВ}$ кучланишли ЭУЙ ларини ҳисоблашда уларнинг схемалари етарлича содда кўринишда (2.1,б–расм) кўринишида ифодаланади. Бу схемада сиғим ўтказувчанлик ўрнига (2.1,а–расм) у таъсирида ишлаб чиқарилувчи реактив қувват ҳисобга олинади. ЭУЙ сиғим қувватининг ярми қуйидагича топилади:

$$Q_c = 3I_c U_\phi = 3U_\phi^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot b_0 l = \frac{1}{2} U^2 b_n, \quad (2.11)$$

Бу ерда: U_ϕ ва U – фаза ва фазалараро кучланишлар, кВ; I_c – ерга томон оқувчи сиғим токи, $I_c = U_\phi b_n / 2$.

(1.8) дан кўринадик, ЭУЙ да ишлаб чиқарилувчи Q_c реактив қувват (заряд қуввати) кучланишнинг квадратига тўғри пропорционалдир.

35 кВ ва ундан паст кучланишдаги ҳаводаги ЭУЙ да b_c ва бунга мос равишда Q_c жуда кичик бўлганлиги сабабли эътиборга олинмайди (1.2,в–расм).

Кабелли ЭУЙ ларининг алмаштириш схемалари ҳам умумий ҳолларда ҳаводаги ЭУЙ лардаги каби П–симон кўринишда ифодаланади (1.1–расм). (1.3), (1.7) формулалардан кўриниб турибдики, ўтказгичларнинг яқинлашиши билан x_0 камаяди ва b_0 ортади. Кабелли ЭУЙ ларда фаза ўтказгичлари ораларидаги масофалар кам бўлганлиги сабабли x_0 ҳаводаги ЭУЙ ларидагига нисбатан жуда кам бўлади. 10 кВ ва ундан паст кучланишдаги кабелли ЭУЙ ларининг алмаштириш схемаларида x_0 эътиборга олинмайди (1.2,г–расм). g_n –актив ўтказувчанлик 110 кВ ва ундан юқори кучланишли кабелли ЭУЙ ларининг алмаштириш схемаларида эътиборга олинади.

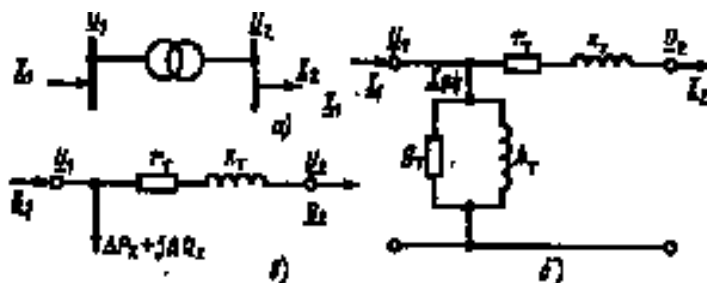
2.3. Трансформатор ва автотрансформаторларнинг алмаштириш схемалари

2.3.1. Икки чўлғамли трансформаторнинг алмаштириш схемаси, каталог ва ҳисоб параметрлари

Икки чўлғамли трансформаторнинг (2.1,а–расм) алмаштириш схемаси Г–симон кўринишда ифодаланади (2.1,б–расм).

Алмаштириш схемасининг бўйлама қисми r_t, x_t – трансформаторнинг актив ва реактив қаршиликларига эга. Бу қаршиликлар мос равишда трансформаторнинг бирламчи ва бирламчи чўлғамга келтирилган иккиламчи чўлғамининг актив ва реактив қаршиликлари йиғиндисига тенгдир. Бундай

схемада трансформация, яъни идеал трансформатор мавжуд бўлмасдан, иккиламчи чўлғамнинг қаршиликлари бирламчи чўлғамга келтирилгандир. Агар трансформатор билан боғланган тармоқ биргаликда кўрилса ва бунда тармоқ кучланишнинг бир хил даражасига келтирилмаса, у ҳолда трансформаторнинг алмаштириш схемасида идеал трансформатор кўрсатилади.



2.2–расм. Икки чўлғамли трансформаторнинг схемалари.

а–шартли белгиланиши; б–Г–симон алмаштириш схемаси; в– соддалаштирилган алмаштириш схемаси.

Алмаштириш схемасидаги кўндаланг шаҳобча (магнитланиш шаҳобчаси) g_T, b_T актив ва реактив ўтказувчанликлардан ташкил топган. Актив ўтказувчанлик трансформаторнинг пўлатдан ясалувчи ўзагида магнитловчи ток I_μ орқали исроф бўлувчи актив қувват исрофларини ифодалайди. Реактив ўтказувчанлик эса трансформатор чўлғамларидаги ўзаро индукция магнит оқими билан белгиланади.

220 кВ ва ундан паст кучланишли электр тармоқарини ҳисоблашда трансформаторлар соддалаштирилган алмаштириш схемалари билан тасвирланади (2.2,в–расм). Бу схемада магнитланиш шаҳобчасининг ўрнига трансформатор пўлатида ёки салт ишлаш ҳолатида исроф бўлувчи қувват кўшимча юклама сифатида ҳисобга олинади.

Ҳар бир трансформатор учун қуйидаги параметрлар (каталог маълумотлари) маълум бўлади: s_n – трансформаторнинг номинал қуввати, мВА; $U_{юн}, U_{кн}$ – юқори ва қуйи чўлғамларнинг номинал кучланишлари, кВ; ΔP_c – салт ишлаш ҳолатидаги актив исроф, кВт; $I_c \%$ – салт ишлаш токи, I_n дан %; ΔP_k – қисқа туташув исрофи, кВт; $u_k \%$ – қисқа туташув кучланиши, U_n

дан %. Бу маълумотлар бўйича алмаштириш схемасининг барча параметрларини (қаршиликлар ва ўтказувчанликларни), шунингдек улардаги исрофларни топиш мумкин.

Магнитланиш шаҳобчаси ўтказгичлари салт ишлаш тажрибаси натижаларидан фойдаланиб топилади. Бунда трансформатор фақат салт ишлаш ҳолатидагига тенг бўлган қувват исроф қилади:

$$\Delta \dot{S}_c = \Delta P_c + j \Delta Q_c.$$

Бундан келиб чиқиб, ўтказувчанликлар қуйидаги ифодалар бўйича топилади:

$$g_T = \Delta P_c / U_n^2, \quad (2.12)$$

$$b_T = \Delta Q_c / U_n^2, \quad (2.13)$$

Трансформаторда магнитлаш токи жуда кичик актив ташкил этувчига эга:

$$I_\mu = I_c \approx I_c'',$$

Бу ерда: $I_c'' - I_c$ нинг реактив ташкил этувчиси.

Юқоридагидан

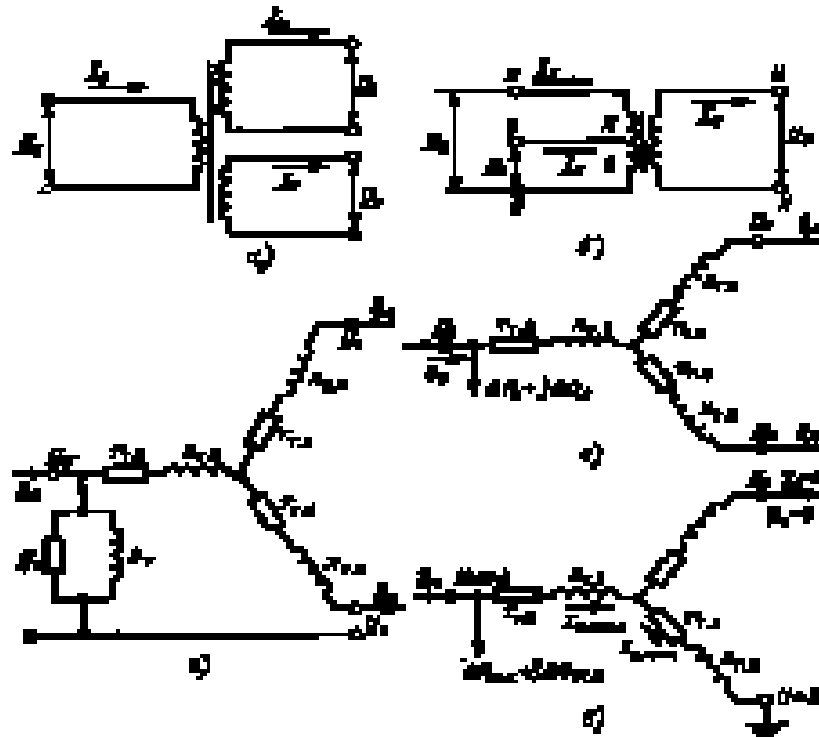
$$\Delta Q_c = 3 I_c'' U_{\phi n} \approx 3 I_x U_{\phi n} = 3 \cdot \frac{I_c \% I_n}{100} \cdot U_{\phi n} = \frac{I_c \% S_n}{100}. \quad (2.14)$$

Трансформаторларнинг r_T ва x_T қаршиликлари қисқа туташув тажрибаси натижаларидан фойдаланиб топилади. Бу тажрибада трансформаторнинг иккиламчи чўлғами қисқа туташтирилади ва бирламчи чўлғамига ҳар иккала чўлғамларда номинал токлар оқишини таъминловчи кучланиш берилади. Бу кучланиш қисқа туташув кучланиши u_k деб юритилади. Қисқа туташув ҳолатида u_k U_n га нисбатан жуда кичик бўлганлиги сабабли магнитланиш шаҳобчасида исроф бўлувчи қувват ҳам жуда кичик бўлади ва исроф бўлувчи қувватнинг барчаси чўлғамда юз беради, яъни

$$\Delta P_k = 3 I_n^2 r_T = \frac{S_n^2}{U_n^2} r_T, \quad (2.15)$$

ва

$$r_{\tau} = \frac{\Delta P_k U_n^2}{S_n^2}, \quad (2.16)$$



2.3–расм. Уч чўлғамли трансформатор ва автотрансформаторнинг схемалари. а, б– чўлғамларнинг туташув схемалари; в, г– Г–симон ва соддалаштирилган алмаштириш схемалари; д– қисқа туташув тажрибаси схемаси.

Замонавий катта қувватли трансформаторларда $r_{\tau} \ll x_{\tau}$ ва $u_k \approx u''_k$.

Қисқа туташув тажрибасидан

$$u_k = \frac{u_k \% U_n}{100} \approx \sqrt{3} I_n x_{\tau}$$

ва

$$x_{\tau} = \frac{u_k \% U_n^2}{100 S_n} \quad (2.17)$$

2.4. Уч чўлғамли трансформаторнинг алмаштириш схемаси, каталог ва ҳисоб параметрлари

Уч чўлғамли трансформаторлар ва автотрансформаторлар. Кўп ҳолларда подстанцияда учта номинал кучланиш – юкори $U_{\text{в}}$, ўрта $U_{\text{с}}$ ва қуйи $U_{\text{н}}$ кучланишлар талаб этилади. Бунинг учун иккита икки чўлғамли трансформаторлардан фойдаланиш мумкин. Бироқ иккита икки чўлғамли

трансформаторларга нисбатан битта уч чўлғамли трансформатор ёки уч чўлғамли автотрансформатордан фойдаланиш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир.

Уч чўлғамли трансформаторнинг чўлғамлари ўзаро магнит боғланишда бўлади (2.2,а–расм). Автотрансформатор чўлғамларининг туташуш схемаси 2.2,б–расмда тасвирланган. Қуйи чўлғам қолган иккала чўлғамлар билан магнитик боғланишда, кетма–кет ва умумий чўлғамлар эса бир–бири билан ўзаро электрик ва магнитик боғланишда бўлади (2.2,б–расмдаги П ва О). Кетма–кет чўлғам бўйлаб I_b , умумий чўлғам бўйлаб эса $I_b - I_c$ ток оқади.

2.4.1. Автотрансформаторнинг алмаштириш схемаси, каталог ва ҳисоб параметрлари

Автотрансформаторнинг номинал қуввати деб у номинал шароитларда юқори кучланиш тармоғидан олиши ёки унга узатиши мумкин бўлган энг катта қувватга айтилади:

$$S_n = \sqrt{3} U_{в.н} I_{в.н} \quad (2.18)$$

Бу қувват, шунингдек, *ўтиш қуввати* деб ҳам юритилади. Бу қувват автотрансформаторнинг қуйи чўлғамида юклама бўлмаган ҳолда юқори кучланиш тармоғидан ўрта кучланиш тармоғига ёки тескари йўналишда узатиши мумкин бўлган энг катта қувватга айтилади.

Автотрансформаторнинг кетма–кет чўлғами *П тип қувватга* мўлжалланади (2.2,б–расм):

$$S_{тип} = \sqrt{3} (U_{в.н} - U_{с.н}) I_{в.н} = \sqrt{3} U_{в.н} I_{в.н} \left(1 - \frac{U_{с.н}}{U_{в.н}}\right) = \alpha S_n, \quad (2.19)$$

Бу ерда: $\alpha = 1 - U_{с.н} / U_{в.н} = S_{тип} / S_n$ нинг S_n га нисбатан неча марта кичик эканлигини кўрсатувчи афзаллик коэффициенти.

Юқоридаги тартибда умумий чўлғамнинг қуввати ҳам тип қувватига тенг эканлигини исботлаш мумкин.

Қуйи кучланиш чўлғами ҳам тип қуввати ёки ундан кичик қувватга мўлжалланади. У номинал қувват орқали қуйидагича ифодаланади:

$$S_{н.н} = \alpha_{н.н} S_n, \quad (2.20)$$

Бу ерда: $U_{в.н} \leq 330$ кВ бўлган ҳолларда $\alpha_{н.н} = 0,25; 0,4; 0,5$.

$U_n > 220$ кВ бўлган ҳолат учун уч чўлғамли трансформатор ва автотрансформаторнинг алмаштириш схемаси 2.2,в–расмда, $U_n \leq 220$ кВ бўлган ҳолат учун эса 2.2,б–расмда тасвирланган. Ушбу ҳолатда ҳам салт ишлашда исроф бўлувчи қувватлар ΔP_x ва ΔQ_x икки чўлғамли трансформаторлардагидек ҳисобланади. Уч чўлғамли трансформатор ва автотрансформаторлар учун қисқа туташув исрофлари ва кучланишларининг учала чўлғамлар жуфтликлари учун, яъни $\Delta P_{k(в-н)}, \Delta P_{k(в-с)}, \Delta P_{k(с-н)}$ ва $u_{k(в-н)}\%, u_{k(в-с)}\%, u_{k(с-н)}\%$ кўринишида берилади. Ҳар бир ΔP_k ва $u_k\%$ мумкин бўлган учта тажрибанинг бирига таалуқлидир. Масалан, $\Delta P_{k(в-н)}$ ва $u_{k(в-н)}$ ларнинг қийматлари қуйи чўлғам қисқа туташтирилган, ўрта чўлғам салт ҳолда бўлган юқори чўлғамга қуйи чўлғам орқали номинал ток оқишини таъминловчи $u_{k(в-н)}$ кучланиш берилган ҳолатда аниқланади. Бундай ҳолда худди икки чўлғамли трансформаторлардагидек

$$r_{т.в} + r_{т.н} = \Delta P_{k(в-н)} U_n^2 / S_n^2, \quad (2.21)$$

$$r_{т.в} + r_{т.с} = \Delta P_{k(в-с)} U_n^2 / S_n^2, \quad (2.22)$$

$$r_{т.с} + r_{т.н} = \Delta P_{k(с-н)} U_n^2 / S_n^2, \quad (2.23)$$

(2.10)–(2.12) тенгламаларда учта номаълум актив қаршиликлар мавжуд. Уларни биргаликда ечиш асосида қаршиликлар учун ифодага эга бўламиз:

$$r_{т.в} = \frac{\Delta P_{к.в} U_n^2}{S_n^2}, \quad (2.24)$$

$$r_{т.с} = \frac{\Delta P_{к.с} U_n^2}{S_n^2}, \quad (2.25)$$

$$r_{т.н} = \frac{\Delta P_{к.н} U_n^2}{S_n^2}, \quad (2.26)$$

Бу ерда: $\Delta P_{k,B}$, $\Delta P_{k,C}$, $\Delta P_{k,H}$ лар қуйидаги формулалар бўйича топилади:

$$\Delta P_{k,B} = 0,5(\Delta P_{k,(B-C)} + \Delta P_{k,(B-H)} - \Delta P_{k,(C-H)}), \quad (2.27)$$

$$\Delta P_{k,C} = 0,5(\Delta P_{k,(B-C)} + \Delta P_{k,(C-H)} - \Delta P_{k,(B-H)}), \quad (2.28)$$

$$\Delta P_{k,H} = 0,5(\Delta P_{k,(B-H)} + \Delta P_{k,(C-H)} - \Delta P_{k,(B-C)}). \quad (2.29)$$

Худди шунга ўхшаш равишда $u_{k,B}\%$, $u_{k,C}\%$, $u_{k,H}\%$ лар ҳисобланади:

$$u_{k,B}\% = 0,5(u_{k,(B-C)}\% + u_{k,(B-H)}\% - u_{k,(C-H)}\%), \quad (2.30)$$

$$u_{k,C}\% = 0,5(u_{k,(B-C)}\% + u_{k,(C-H)}\% - u_{k,(B-H)}\%), \quad (2.31)$$

$$u_{k,H}\% = 0,5(u_{k,(B-H)}\% + u_{k,(C-H)}\% - u_{k,(B-C)}\%). \quad (2.32)$$

$u_{k,B}\%$, $u_{k,C}\%$, $u_{k,H}\%$ ларнинг топилган қийматларидан фойдаланиб, қуйидаги формулалар бўйича алоҳида чўлғамларнинг реактив қаршиликлари аниқланади:

$$x_{T,B} = \frac{u_{k,B}\% \cdot U_n^2}{100 S_n}, \quad (2.33)$$

$$x_{T,C} = \frac{u_{k,C}\% \cdot U_n^2}{100 S_n}, \quad (2.34)$$

$$x_{T,H} = \frac{u_{k,H}\% \cdot U_n^2}{100 S_n}, \quad (2.35)$$

2.5. Электр тизимларининг схемалари. барқарор ҳолатнинг чизиқли ва эгри чизиқли тенгламалари

2.5.1. Электр тизимининг схемалари ва уларнинг элементлари

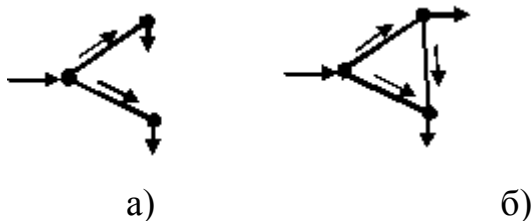
Электр тизими – бу электр энергиясини ишлаб чиқариш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш учун мўлжалланган электр занжири ва унинг қисмларини уланиш кетма–кетлигини кўрсатувчи ҳамда унинг асосий хусусиятларини акс эттирувчи чизма шаклида бериладиган тасвир электр занжирининг алмаштириш схемаси дейилади. Электр занжири ва унга мос алмаштириш схемаси шаҳобчалари, тугунлари ва умумий ҳолда контурлардан иборат бўлади.

Шаҳобча деб электр занжирининг элементлари кетма–кет уланган ва бир хил ток оқувчи қисмига айтилади.

Икки ёки ундан ортиқ шаҳобчаларни бирлаштирадиган нуқтага тугун дейилади. Контур деб бир нечта шаҳобчалар бўйлаб ўтадиган ҳар қандай ёпиқ йўлга айтилади.

Агар электр занжирининг схемасида контурлар бўлмаса, у очик занжир (тармоқ) дейилади. Электр занжирлар назариясида тугунлар ва контурлар йўқотиладиган ва йўқотилмайдиган бўлиши мумкин. Йўқотиладиган тугунлар ва контурлар фақат иккита шаҳобчани бирлаштиради. Бунда йўқотиладиган тугун ва контурларни кетма–кет ва параллел улаш қоидалари ёрдамида схемадан йўқотиш мумкин. Ночизиқий ток манбалари бунга кирмайди. Келгусида фақат йўқотилмайдиган тугун ва контурлардан фойдаланамиз.

Очик тармоқда ҳар қандай юклама фақат бир томондан таъминланади (2.3–расм), яъни ҳар қандай тугундаги истеъмолчи қувватни фақат бир бир томондан олади. Демак, исталган шаҳобча узилса, шу шаҳобчадан қувват истеъмол қилувчи ҳамма юкламаларнинг таъминланиши узилади.



2.4–расм. Электр тармоқнинг туташиш схемаси:

а – очик тармоқ; б – ёпиқ тармоқ.

Агар схемада камида бита контур мавжуд бўлса, у ёпиқ дейилади. Ёпиқ тармоқда икки ёки ундан ортиқ шаҳобчалар орқали таъминланадиган камида бита тугун бўлади, шунинг учун шаҳобчалардан бирининг узилиши бошқа шаҳобчаларнинг истеъмолчидан узилишига олиб келмайди. Электр схеманинг элементлари актив ва пассив элементларга бўлинади. Пассив

элементлар фақат электр токи ўтиши учун йўл ҳосил қилади ва улар ўз навбатида иккига – бўйлама ва кўндаланг пассив элементларга бўлинади.

Кўндаланг пассив элементлар – бу схеманинг тугунлари ва ҳолис, яъни потенциали нолга тенг бўлган тугун оралиғига қўйилган шаҳобча. Бўйлама пассив элементлар – бу потенциали нолга тенг бўлган тугундан (ҳолис тугундан) ташқари ҳамма тугунларни бирлаштирувчи шаҳобчалар, яъни бўйлама шаҳобчалар ҳолис тугунга уланмаган. Бўйлама шаҳобчалар ЭУЙ ва трансформатор чўлғамларининг актив ва индуктив қаршиликлари, бўйлама компенсацияловчи қурилмалар сиғимлари кабиларни ўз ичига олади. Айрим ҳолларда трансформаторнинг пўлат ўзагидаги исрофлар ҳам алмаштириш схемаларида кўндаланг элемент кўринишида тасвирланади. Э.Ю.К. ва ток манбалари алмаштириш схемасининг актив элементлари ҳисобланади. Бу элементлар занжирга уланган нукталарда кучланиш ва токни бошқа параметрлардан мустақил аниқлайди.

Электр тизимларининг ҳолатларини ҳисоблашда Э.Ю.К. манбаридан кам фойдаланилади. Шу сабабли бундан кейин асосан ток манбалари ҳақида гап боради.

Электр тизимлари ҳолатларини ҳисоблашда ток манбалари электр станция генератор ва истеъмолчилар юкламаларига мос тушади. Мана шу актив элементларда қувват ишлаб чиқилади ва истеъмол қилинади.

Таркибига фақат чизиқли пассив элементлар ва модули ҳамда фазаси ўзгармас электр манбари кирадиган электр занжирининг барқарорлашган ҳолати чизиқли алгебраик тенгламалар билан ифодаланади. Ушбу тенгламалар барқарорлашган ҳолатнинг чизиқли тенгламалари дейилади ва унга мос занжирлар чизиқли электр занжирлари дейилади. Бундай занжирлар электр тизимининг битта тугунидан ташқари ҳамма тугунларида генератор ва истеъмолчиларнинг модули ҳамда фазаси бўйича ўзгармас берилгандаги ҳолатни ҳисоблашда ишлатилади. Одатда электр тизимларининг ҳолатини ҳисоблашда пассив элементларнинг ночизиқлиги эътиборга олинмайди. Бу маънода алмаштириш схемасининг бўйлама қисми доимо чизиқлидир. Шу

билан бир вақтда одатда электр тизимининг барқарорлашган ҳолатини ҳисоблашда ток манбаларининг ночизиқий тавсифлари эътиборга олинади. Ток манбаларининг ночизиқий тугунларда истеъмолчининг ёки ўзгармас қувватли генераторнинг юкламалари берилган ҳолатга ёки қувватнинг кучланишига боғлиқлигини белгилайдиган – юкламанинг статик тавсифи берилган ҳолатга тўғри келади. Ночизиқий ток манбаларига эга бўлган электр тизимининг барқарорлашган ҳолати ночизиқий алгебраик тенгламалар – барқарорлашган ҳолатнинг ночизиқий тенгламалари ёрдамида ифодаланади.

2.6. ЭУЙ нинг ҳолатини юклама токи берилганда ҳисоблаш

ЭУЙ охирида U_2 кучланиш берилган ҳолат.

Маълум микдорлар (3.2а–расм): U_2 – 2–тугуннинг кучланиши, I_2 – юкламанинг токи, $Z_{12}=r_{12}+jx_{12}$, b_{12} – ЭУЙ нинг бўйлама қаршилиги ва сиғимий ўтказувчанлиги. Аниқланувчи микдорлар: U_1 , I_1 – ЭУЙ бошидаги кучланиш ва ток; I_{12} – ЭУЙ нинг бўйлама қисмидаги ток, ΔS_{12} – ЭУЙ даги қувват исрофи.

Бундай ҳолатни ҳисоблашда номаълум ўзгарувчиларнинг қийматлари ЭУЙ нинг охиридан бошига қараб кетма–кет равишда аниқланади. Ток ва кучланишни аниқлашда *Ом* ва *Кирхгоф* нинг биринчи қонунларидан фойданилади.

Ҳисобни фаза кучланиши U_ϕ ва токи I бўйича олиб борамиз. ЭУЙ охиридаги сиғимий ток, *Ом* қонунига асосан (3.2б–расм).

$$I_{c2}=jU_{2\phi}b_{12}/2 \quad (2.36)$$

ЭУЙ нинг бўйлама қисмидаги ток, Кирхгофнинг биринчи қонуни бўйича

$$I_{12}=I_2+I_{c2} \quad (2.37)$$

Ом қонуни бўйича ЭУЙ бошланишидаги кучланиш

$$U_{1\phi}=U_{2\phi}+I_{12}Z_{12} \quad (2.38)$$

Бошланишдаги сиғим токи $I_{c1}=jU_{1\phi}b_{12}/2$ ва ЭУЙ нинг киришидаги ток *Кирхгоф* нинг I – қонунига асосан

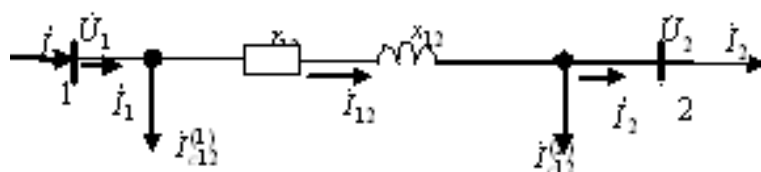
$$I_1=I_{12}+I_{c1} \quad (2.39)$$

Учта фазадаги қувват исрофлари

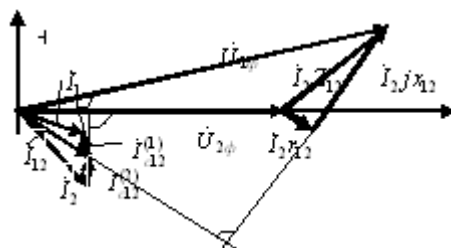
$$\Delta S_{12}=3 I_{12}^2 Z_{12}$$

2.7. Электр узатиш йўли ток ва кучланишининг вектор диаграммаси

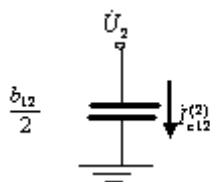
Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси (3.2,в–расм) ва (3.1)–(3.4) ифодаларга мувофиқ тузилади. Аввало, диаграммада маълум $U_{2\phi}$ ва I_2 кўрсатилади. $U_{2\phi}$ ҳақиқий ўқ бўйича йўналган деб қабул қиламиз. Сиғим ток I_{c2} кучланиш $U_{2\phi}$ дан 90° илгари ўтган. Схеманинг бўйлама қисмидаги ток I_{12} I_2 ва I_{c2} ларнинг вектор йиғиндисига тенг.



а)



б)



в)

2.5–расм. Электр узатиш йўли ҳолатини ҳисоблаш.

а–алмаштириш схемаси; б–сиғим токини аниқлаш; в–юклагали ЭУЙ кучланиш ва токлари вектор диаграммаси.

Ундан кейин (3.3) ўнг томондаги икки қўшилувчиларни алоҳида курамиз.

$$\Delta U_{12\phi} = I_{12} r_{12} + jI_{12} x_{12}$$

Бу ерда: $I_{12}r_{12}$ вектор I_{12} га параллел ва $jI_{12}x_{12}$ вектордан 90° орқада қолади. $U_{1\phi}$ кучланиш қўшилувчи $U_{2\phi}$, $I_{12}r_{12}$ ва $jI_{12}x_{12}$ векторларнинг бошини ва охирини туташтиради. I_{c1} токи $U_{1\phi}$ дан 90° олдинда келади ва (3.4) бўйича топилади.

ЭУЙ нинг охирига юклама уланган бўлса, бу нуқтага кучланиш модули бошдаги кучланиш модулига нисбатан кичик бўлади: $U_{2\phi} < U_{1\phi}$ (3.2, в-расм).

Салт ишлаш ҳолатида $I_2=0$ ва ЭУЙ бўйича фақат сиғим токи оқади $I_{12} = I_{c2}$ ва бу ҳолда $U_{2\phi} < U_{1\phi}$.

III–БОБ. ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЙЎЛИ ҲОЛАТЛАРИНИ ЮКЛАМА ҚУВВАТИ БЕРИЛГАНДА ҲИСОБЛАШ

3.1. ЭУЙ ҳолатини юклама қуввати ва кучланиши берилганда ҳисоблаш

ЭУЙ охирида кучланиш берилган ($\dot{U}_2 = const$). Юклама қуввати $\dot{S}_2$, кучланиши $\dot{U}_2$, электр узатиш йўлининг қаришилиги $Z_{12} = r_{12} + jx_{12}$ ва ўтказувчанлиги b_{12} маълум (4.1а–расм). Кучланиш $\dot{U}_1$, узатиш йўлининг бўйлама қисми охири ва бошланишидаги қувватлар $\dot{S}_{12}^{(2)}$, $\dot{S}_{12}^{(1)}$, қувват исрофи $\Delta \dot{S}_{12}$, узатиш йўли бошланишидаги қувват $\dot{S}_1$ ларни топиш талаб этилади. Қизиш бўйича чекловни текшириш мақсадида, баъзан, i_{12} токни ҳам топиш талаб этилади.

Ҳисоблаш узатиш йўлининг охиридан бошланишига томон кидирилувчи қувват ва кучланишларни *Кирхгоф* ва *Ом* қонунларидан фойдаланиб аниқлаш тартибида давом эттирилади.

Узатиш йўлининг охиридаги заряд (сиғим) қуввати

$$Q_{c12}^{(2)} = 3\hat{I}_{c12}^{(2)}\dot{U}_{2\phi} = \frac{1}{2}U_2^2 jb_{12} \quad (3.1)$$

Кирхгоф нинг I–қонуни бўйича узатиш йўли бўйлама қисмининг охиридаги қувват

$$\dot{S}_{12}^{(2)} = \dot{S}_2 - jQ_{c12}^{(2)}. \quad (3.2)$$

Узатиш йўлидаги қувват исрофи

$$\Delta \dot{S}_{12} = 3I_{12}^2 Z_{12} = \frac{S_{12}^{(2)2}}{U_2^2} Z_{12}. \quad (3.3)$$

Узатиш йўли бўйлама қисмининг бошланиши ва охирида ток бир хил. Бўйлама қисми бошланишида қувват бу қисм охиридагига нисбатан қувват исрофи миқдори кўп, яъни

$$\dot{S}_{12}^{(1)} = \dot{S}_{12}^{(2)} + \Delta \dot{S}_{12} \quad (3.4)$$

Ом қонунига мувофиқ узатиш йўли бошланишидаги кучланиш:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \sqrt{3}\dot{I}_{12}Z_{12} = \dot{U}_2 + \frac{\hat{S}_{12}^{(2)}}{\hat{U}_2} Z_{12} \quad (3.5)$$

Узатиш йўлининг бошланишидаги заряд қуввати

$$Q_{c12}^{(1)} = \frac{1}{2} U_1^2 j b_{12} \quad (3.6)$$

Узатиш йўлининг бошланишидаги қувват

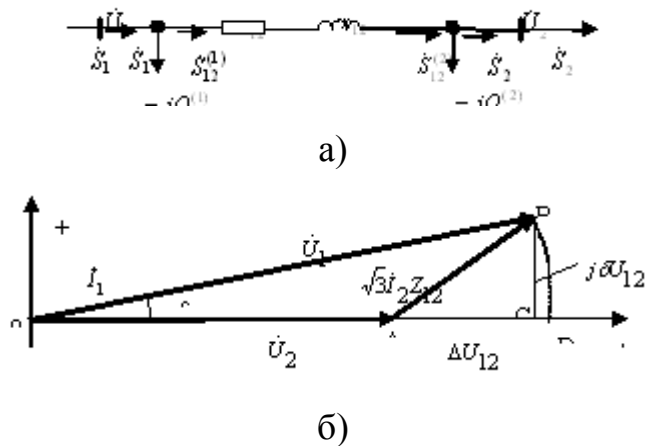
$$\dot{S}_1 = \dot{S}_{12}^{(1)} - j Q_{c12}^{(1)} \quad (3.7)$$

Узатиш йўлининг бошланишида кучланиш берилган ($\dot{U}_1 = const$), $\dot{S}_2, \dot{U}_1, Z_{12} = r_{12} + jx_{12}, b_{12}$ лар маълум, $\dot{U}_2, \dot{S}_{12}^{(2)}, \dot{S}_{12}^{(1)}, \Delta \dot{S}_{12}, \dot{S}_1$ ларни топиш талаб этилади (3.1–расм).

Ушбу ҳолда $\dot{U}_2$ номаълум бўлганлиги учун *Кирхгоф* ва *Ом* конунларидан фойдаланиб узатиш йўлининг охиридан бошланишига томон кетма–кет равишда номаълум ток ва кучланишларни топиш мумкин эмас. 2–тугун учун эгри чизиқли тугун кучланишлари тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$Y_{22} \dot{U}_2 + Y_{12} \dot{U}_1 = \dot{I}_2(U) = \frac{\dot{S}_2}{\dot{U}_2} \quad (3.8)$$

Бу тенгламани ечиб, номаълум $\dot{U}_2$ ни топиш ва сўнггра (3.1)–(3.4), (3.6), (3.7) ифодалар бўйича барча қувватларни ҳисоблаш мумкин.



3.1–расм. ЭУЙ ҳолатини ҳисоблаш.

а–юклама қуввати берилган ҳолда ЭУЙ ҳолатини ҳисоблаш схемаси; б–охирида берилган маълумот бўйича ЭУЙ ҳолати ҳисобланганда унинг бошланиши ва охиридаги кучланишларнинг вектор диаграммаси.

3.2. ЭУЙ ҳолатини юклама қуввати ва манба кучланиши берилганда хисоблаш. Икки этапли усул.

Бироқ ушбу ҳолатда нисбатан содда ва тахминий *икки этапли* усулни қўллаш мумкин.

1-этап. Фараз қилайлик,

$$\dot{U}_2 = U_n, \quad (3.9)$$

ва олдинги маърузаларда келтирилган ифодалар бўйича қувват оқимлари ва исрофини топамиз:

$$Q_{c12}^{(2)} = \frac{1}{2} U_n^2 j b_{12}; \quad (3.10)$$

$$\dot{S}_{12}^{(2)} = \dot{S}_2 - j Q_{c12}^{(2)}; \quad (3.11)$$

$$\Delta \dot{S}_{12} = \frac{S_{12}^{(2)2}}{U_2^2} Z_{12}; \quad (3.12)$$

$$\dot{S}_{12}^{(1)} = \dot{S}_{12}^{(2)} + \Delta \dot{S}_{12}; \quad (3.13)$$

2-этап. 1-этапда топилган қувват оқими $\dot{S}_{12}^{(1)}$ дан фойдаланиб, *Ом* қонуни бўйича $\dot{U}_2$ кучланишни аниқлаймиз, лекин ток i_{12} ни $\dot{S}_{12}^{(1)}$ ва $\dot{U}_1$ лар орқали ифодаalayмиз:

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 - \sqrt{3} i_{12} Z_{12} = \dot{U}_1 - \frac{\hat{S}_{12}^{(1)}}{\hat{U}_1} Z_{12} \quad (3.14)$$

(4.10) ва (4.11) формулаларда $\dot{U}_2$ нинг ўрнига U_n фойдаланилганлиги учун 1-этапда қувват оқимлари тахминан топилади. Бунга мос равишда 2-этапда кучланиш $\dot{U}_2$ ҳам тахминан топилади.

Қувватлар ва кучланишларнинг янада аниқроқ қийматларини топиш учун 1 ва 2-этапларни кетма-кет равишда такрорлаш мумкин. Бундай хисоблашни ЭХМ да амалга ошириш мақсадга мувофиқдир.

3.3. Электр узатиш йўлида кучланиш пасайиши ва кучланиш исрофи

4.1,б–расмда ЭУЙ бошланиши ва охиридаги кучланишларнинг вектор диаграммалари келтирилган. Бу диаграмма 3.2,в – расмдаги диаграммага ўхшаш.

Кучланиш пасайиши – электр узатиш йўлининг бошланиши ва охиридаги кучланишлар орасидаги геометрик фарқ, яъни бу кучланишларнинг комплекс қийматлари орасидаги фарқ. Кучланиш пасайиши вектор (комплекс) катталиқдир, яъни 4.1,б–расмда

$$\vec{AB} = \Delta \vec{U}_{12} = \vec{U}_1 - \vec{U}_2 = \sqrt{3} \vec{I}_{12} Z_{12} = \Delta U_{12} + j \delta U_{12} \quad (3.15)$$

Кучланиш пасайишининг бўйлама ташкил этувчиси ΔU_{12} кучланиш пасайиши векторининг ҳақиқий сонлар ўқидаги ёки $\vec{U}_2$ вектор ўқидаги проекцияси бўлиб, 4.1,б–расм бўйича у AC га тенг. Кучланиш пасайишининг кўндаланг ташкил этувчиси δU_{12} эса кучланиш пасайиши векторининг муvҳум сонлар ўқидаги проекцияси бўлиб, 4.1,б–расм бўйича у CB га тенг.

Кучланиш исрофи–электр узатиш йўли бошланиши ва охиридаги кучланишларнинг модуллари орасидаги фарқ, яъни

$$\Delta U_{12} = |\vec{U}_1| - |\vec{U}_2| \quad (3.16)$$

4.1,б–расмда тасвирланган вектор диаграмма бўйича кучланиш исрофи қабул қилинган масштабда AD кесма узунлигига тенг. Агар кучланиш пасайишининг кўндаланг ташкил этувчиси δU_{12} кичик бўлса (масалан, $U_n < 110$ кВ бўлган тармоқларда) кучланиш исрофини кучланиш пасайишининг бўйлама ташкил этувчисига тенг деб ҳисоблаш мумкин.

Электр тармоқларининг ҳолатларини ҳисоблаш қувватларда олиб борилади. Шу сабабли кучланиш пасайиши, унинг ташкил этувчилари ва кучланиш исрофи ЭУЙ даги қувват оқимлари орқали ифодаланади.

IV–БОБ. ОЧИҚ ТАҚСИМЛОВЧИ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

4.1. Кучланиши 35 кВ ва ундан катта бўлган очик тақсимловчи электр тармоқларни ҳисоблашдаги рухсат этишлар.

Бу параграфда ҳаво ва кабелли ЭУЙ га эга бўлган тақсимловчи тармоқлар кўриб чиқилади. Тақсимловчи электр тармоқларнинг ҳаводаги ЭУЙ лари одатда 35 кВ гача кучланишли бўлади. (Охирги пайтларда $U_n=110$ кВ ва ҳатто 220 кВ бўлган ҳаводаги ЭУЙ лари тақсимловчи тармоқларда пайдо бўлди). Тақсимловчи тармоқлардаги кабелли ЭУЙ ларда асосан $U_n=10$ кВ гача, айрим ҳолларда эса 20, 35 кВ гача бўлади. Тақсимловчи тармоқлар одатда очик бўлади ёки очик ҳолатда ишлайди.

Бу тармоқлар қуйидаги турларга бўлинади: шаҳар, қишлоқ хўжалик, саноат тармоқлари.

Уларда жуда ката миқдорда юкланиш мавжуд, умумий узунлиги ва улардаги электр энергияси исрофи жуда каттадир. Бундан ташқари уларнинг қурилишига кўп миқдорда металл сарфланади. $U_n \leq 35$ кВ бўлган тақсимловчи тармоқларни ҳисоблашдаги рухсат этишлар қуйидагича:

1). ЭУЙ нинг сиғим қуввати ҳисобга олинмайди. Унинг қиймати (3.6) ифодадан аниқланади. Номинал кучланиши 110 кВ бўлган ЭУЙ нинг сиғим қуввати $Q_{c110}=3$ Мвар га тенг (5.1,а–расм).

$U_n=6÷35$ кВ бўлган ЭУЙ лар $U_n=110$ кВ бўлган линиялардан қисқарок бўлади. 35 кВ кучланишли ЭУЙ учун (5.1,б–расм) Q_{c35} Q_{c110} га нисбатан 100–90 марта кичик бўлади:

$$\frac{Q_{c110}}{Q_{c35}} \approx (110 / 35)^2 * (100 / 10) \approx 100 ;$$

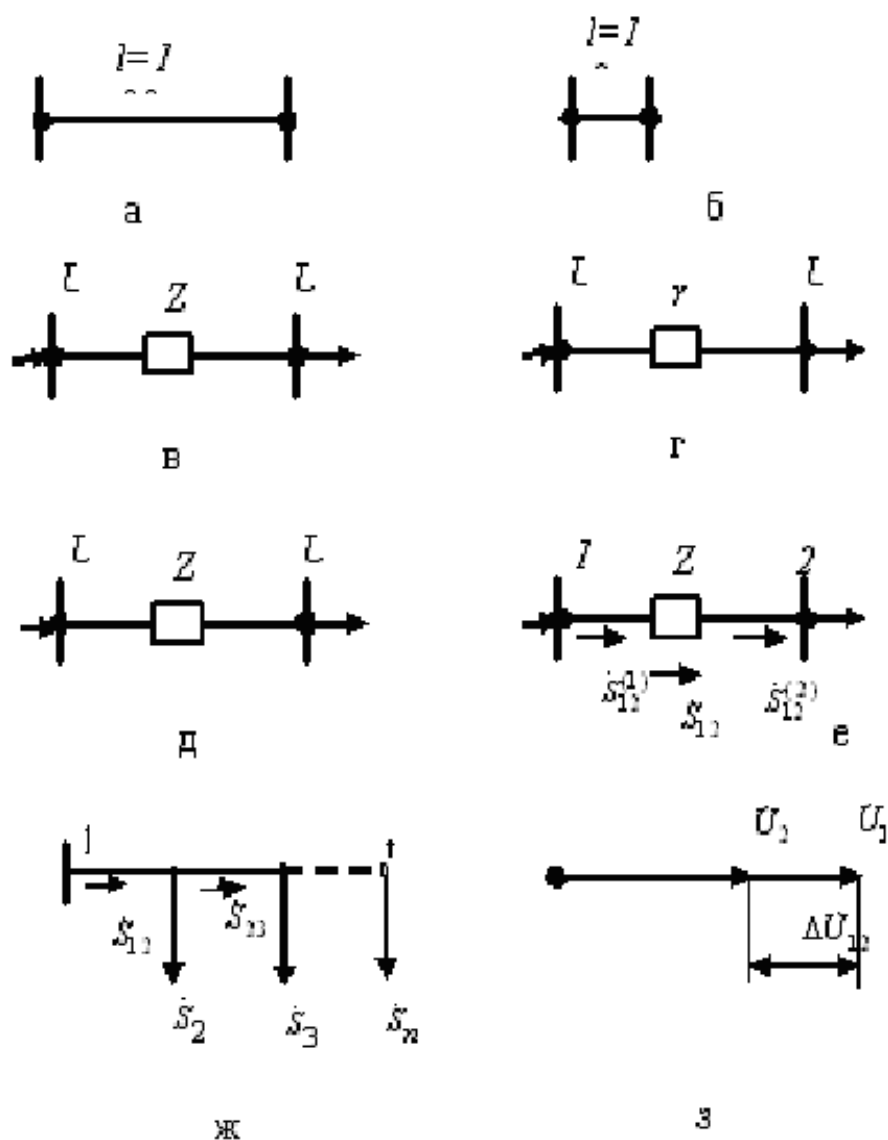
Q_c нинг қиймати эътиборга олинмагандаги ЭУЙ нинг эквивалент алмаштириш схемаси 5.1,в – расмда келтирилган. Бу ЭУЙ нинг тўрт қутбли сифатидаги тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$U_1 = U_2 + \sqrt{3} * I_2 * Z_L;$$

$$U_1 = A \cdot U_2 + B \cdot I_2;$$

$$I_1 = I_2;$$

$$I_1 = C \cdot U_2 + D \cdot I_2;$$



4.1–расм. Тақсимловчи электр тармоқларни ҳисоблашдаги рухсат этишлар
а – 110 кВ кучланишли ҳаводаги ЭУЙ; б – 35 кВ кучланишли ҳаводаги ЭУЙ;
в – ЭУЙ нинг алмаштириш схемаси; г – кабелли ЭУЙ нинг алмаштириш
схемаси; д – трансформаторнинг алмаштириш схемаси; е–қувват
оқимларини ҳисоблаш учун алмаштириш схемаси;
ж–ҳаводаги ЭУЙ нинг бош участкасидаги қувватни аниқлаш учун
алмаштириш схемаси;
з–кучланишлар вектор–диаграммаси.

Бу ерда: U_1 – ЭУЙ бошланишидаги кучланиш, U_2 – ЭУЙ охиридаги кучланиш, I_1, I_2 – линия бошидаги ва охиридаги тоқлар, Z_L – ЭУЙ қаршилиги A, B, C, D – тақсимловчи тармоқ ЭУЙ си учун тўрт қутблилик доимийлари. Юқоридаги ҳолат учун: $A=1$; $B=\sqrt{3} * Z_L$; $C = 0$; $D = 1$;

2). Кабелли ЭУЙ нинг реактив қаршилиги (x) ҳисобга олинмайди.

ЭУЙ нинг индуктив қаршилиги, шу ЭУЙ ўтказгичларидан тоқ оқиб ўтганда ҳосил бўладиган ўзгарувчан магнит майдони билан белгиланади.

Ўтказгичнинг симлари бир–бирига яқин жойлашганлиги ва симларда магнит оқими камлиги сабабли кабель ЭУЙ нинг реактив қаршилиги кичик бўлади.

Кабелли ЭУЙ нинг эквивалент алмаштириш схемаси 4.1,г–расмда кўрсатилган. Бу ерда: r_k – кабелли ЭУЙ нинг актив қаршилиги.

3). Трансформаторнинг пўлат ўзагидаги қувват исрофи ҳисобга олинмайди. Трансформаторнинг эквивалент алмаштириш схемаси 4.1, д–расмда кўрсатилган. Бунда Z_m – трансформатор қаршилиги, $U_{ю}$ – трансформаторнинг юқори кучланишли шинасидаги кучланиш, U_n – трансформаторнинг паст кучланишли шинасидаги кучланиш.

Барча тармоқларда трансформаторнинг пўлат ўзагидаги қувват исрофи фақатгина актив қувват исрофи ΔP ва энергия исрофи ΔA ни аниқлашда ҳисобга олинади.

4). Участкалардаги қувват оқимларини ҳисоблашда қувват исрофи ҳисобга олинмайди (4.1,е–расм). Бунда $S^{(o)}_{12}=S^{(o)}_{12}=S_{12}$;

Бу ифодада:

$S^{(o)}_{12}$ – ЭУЙ бошланишидаги тўла қувват;

$S^{(o)}_{12}$ – ЭУЙ охиридаги тўла қувват.

ЭУЙ нинг бошланғич участкасидаги қувват (4.1,ж–расм). Қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$S_{12} = \sum_K^n S_K ;$$

Бу ерда: k – юкламанинг тартиб номери, n – юкламалар сони.

5). Кучланиш тушишининг кўндаланг ташкил этувчиси δU эътиборга олинмайди, яъни тармоқнинг айрим тугунлари орасида кучланишнинг фаза бўйича силжиши ҳисобга олинмайди. Кучланишлар вектор диаграммаси 3.9,3–расмда келтирилган. Ҳисоблашларда кучланиш тушишининг фақатгина бўйлама ташкил этувчиси ҳисобга олинади, бу эса кучланиш исрофига тенг:

$$\Delta U_{12} = U_1 - U_2;$$

6). Кучланиш исрофини ҳисоблаш тармоқдаги кучланишнинг ҳақиқий қиймати бўйича эмас, балки U_n – бўйича амалга оширилади:

$$\Delta U_{12} = U_1 - U_2 = \frac{P_{12} r_{12} + Q_{12} x_{12}}{U_n};$$

Бу ерда: P_{12} – линия актив қуввати, Q_{12} – линия реактив қуввати, r_{12} – линия актив қаршилиги, x_{12} – линия реактив қаршилиги.

4.2. Тақсимловчи электр тармоқларда кучланиш исрофининг энг катта қийматини аниқлаш

4.2–расмда келтирилган тақсимловчи электр тармоғининг алмаштириш схемасини кўриб чиқамиз. Бу схемани ҳисоблашда тугунлардаги қувват S_k , ЭУЙ бошланишидаги кучланиши U_1 ва ЭУЙ участкаларидаги қаршиликлар Z_{kj} берилган. Бунда: k – ЭУЙ участкаси бошиланишидаги тугун номери, j – участка охиридаги тугун номери.

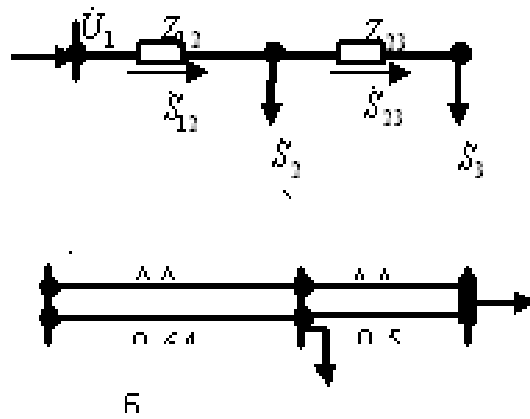
Тугунлардаги кучланиш ва ЭУЙ участкаларидаги қувват оқимини (S_{kj}) аниқланиши керак. S_{kj} қувват *Кирхгоф* нинг биринчи қонуни бўйича аниқланади:

$$S_{23} = S_3; S_{12} = S_2 + S_3;$$

Бу ерда: ЭУЙ участкаларидаги актив ва реактив қувватлар қуйидаги бўлади:

$$P_{23} = P_3; P_{12} = P_2 + P_3; \quad (4.1)$$

$$Q_{23} = Q_3; Q_{12} = Q_2 + Q_3; \quad (4.2)$$



4.2–расм. Таксимловчи тармоқ.

а – алмаштириш схемаси; б – кабелли электр узатиш йўли.

Таъминловчи манба кучланиши ва энг кам кучланишли тугун кучланишли тугун кучланишлари орасидаги фарқ кучланиш исрофининг энг катта қиймати дейилади. 4.2–расмдаги тармоқ учун $\Delta U_{\text{э.кат}} = U_1 - U_3$.

Умумий ҳолда кучланиш исрофининг энг катта қиймати қуйидаги қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \sum_m \Delta U_{kj}; \quad (4.3)$$

Бу ифодада ΔU_{kj} – ЭУЙ участкасидаги кучланиш исрофи; m – ЭУЙ даги участкалар сони; Шунингдек бу катталик қуйидагича ҳисобланиши ҳам мумкин:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \sum_m (P_{kj} r_{kj} + Q_{kj} x_{kj}) / U_n; \quad (4.4)$$

Бу ерда: r_k – ЭУЙ участкасининг актив қаршилиги, x_k – ЭУЙ участкасининг реактив қаршилиги, P_{kj} , Q_{kj} – ЭУЙ участкаларидаги актив ва реактив қувват оқимлари.

Агар ЭУЙ даги қувват оқимларини юклама қувватдари орқали ифодаласак, (3.61) ифодани соддароқ кўринишда ёзиш мумкин бўлади, яъни 3.10,а – расмдаги схема учун қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \frac{P_{12} r_{12} + Q_{12} x_{12}}{U_n} + \frac{P_{23} r_{23} + Q_{23} x_{23}}{U_n}; \quad (4.5)$$

Бу ифодани (4.17)÷(5.1.–5.2) – ларни ҳисобга олиб ва қуйидаги белгиларни киритиб, бошқа шаклда ёзиш мумкин:

$$r_2=r_{12}; \quad (4.6)$$

$$r_3=r_{12}+r_{23}; \quad (4.7)$$

$$x_2=x_{12}; \quad (4.8)$$

$$x_3=x_{12}+x_{23}; \quad (4.9)$$

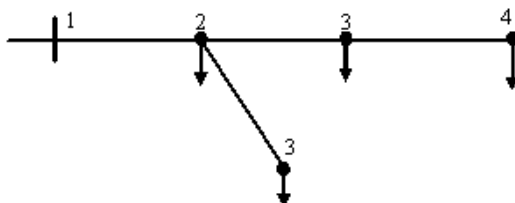
(5.1)–(5.2) ифодаларни (5.5) га қўямиз:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \frac{(P_2 + P_3)r_2 + (Q_2 + Q_3)x_2}{U_n} + \frac{P_3(r_3 - r_2) + Q_3(x_3 - x_2)}{U_n}$$

ёки

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \frac{P_2 r_2 + Q_2 x_2}{U_n} + \frac{P_3 r_3 + Q_3 x_3}{U_n} = \frac{\sum_{k=2}^n (P_k r_k + Q_k x_k)}{U_n}$$

Бу ерда: P_k , Q_k – k -нчи тугундаги юклама қуввати; r_k, x_k – 1 ва k – тугунлар оралиғидаги актив ва реактив қаршиликлар, n –тугунлар сони.



4.3–расм. Тармоқланган очик электр тармоқ.

Агар, ўтказгичнинг қўндаланг кесим юзаси F_{kj} ЭУЙ нинг ҳамма участкаларида бир хил бўлса, у ҳолда:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \frac{1}{U_k} (r_0 \sum_{k=2}^n P_k L_k + x_0 \sum_{k=2}^n Q_k L_k); \quad (4.10)$$

Бу ерда: L_k – 1 ва k – тугунлар оралиғидаги масофа.

Бир нечта шаҳобчадан иборат бўлган тармоқда кучланиш исрофининг энг катта қиймати қандай аниқланишини кўриб чиқамиз (5.3–расм).

Бунинг учун ΔU_{13} , ΔU_{15} – кучланиш исрофларини аниқлаймиз:

$$\Delta U_{13} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23};$$

$$\Delta U_{15} = \Delta U_{12} + \Delta U_{24} + \Delta U_{45}.$$

Агар $\Delta U_{24} + \Delta U_{45} > \Delta U_{23}$, бўлса, у ҳолда ΔU_{15} кучланиш йўқолишининг энг катта қиймати бўлади.

5.1.–мисол. Кабелли ЭУЙ дан иборат бўлган 10 кВ кучланишли электр тармоғи берилган (5.2,б–расм). Юкламанинг қувват коэффициенти $\cos \varphi = 0,96$.

Тармоқдаги кучланиш исрофининг энг катта қийматини аниқлаш талаб этилади. Қўлланмадан кабелли ЭУЙ лар учун солиштирма катталикларни топамиз:

$$ААБ-95: r = 0.326 \text{ Ом/км}; \quad x_0 = 0.083 \text{ Ом/км};$$

$$ААБ-50: r = 0.62 \text{ Ом/км}; \quad x_0 = 0.09 \text{ Ом/км};$$

ЭУЙ нинг актив ва реактив қаршиликларини аниқлаймиз:

$$r_{12} = 0,5 * 0,326 * 0,64 = 0,104 \text{ Ом};$$

$$x_{12} = 0,5 * 0,083 * 0,64 = 0,027 \text{ Ом};$$

$$r_{23} = 0,5 * 0,62 * 0,5 = 0,155 \text{ Ом};$$

$$x_{23} = 0,5 * 0,09 * 0,5 = 0,022 \text{ Ом};$$

Кирхгофнинг биринчи қонуни бўйича ЭУЙ да узатилаётган актив қувватларни аниқлаимиз:

$$P_{12} = P_2 + P_3 = 1880 + 1930 = 3810 \text{ кВт};$$

$$P_{23} = P_3 = 1930 \text{ кВт};$$

Ҳисобланган актив қувватлар ва қувват коэффициенти орқали ЭУЙ участкаларидаги реактив қувватларини аниқлаймиз:

$$Q_{12} = P_{12} \tan \varphi = 3810 * 0.292 = 1113 \text{ кВАР};$$

$$Q_{23} = P_{23} \tan \varphi = 1930 * 0.292 = 564 \text{ кВАР};$$

23 ва 12 линиялардаги кучланиш исрофи:

$$\Delta U_{23} = \frac{1930 * 0,155 + 564 * 0,022}{10} = 31,2 \text{ В},$$

$$\Delta U_{12} = \frac{(1880 + 1930) * 0,104 + (1113 + 564) * 0,027}{10} = 44,2 \text{ В}$$

Тармоқдаги кучланиш исрофининг энг катта қиймати:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} = 31,2 + 44,2 = 75,4 \text{ В} \quad \Delta U_{\text{э.кат}} = \frac{0,0754}{10} * 100 = 0,75 \, \%.$$

V–БОБ. ЭНЕРГЕТИКА СИСТЕМАЛАРИ ВА ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШНИНГ ВАЗИФАЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ

5.1. Энергетика системаларининг электр тармоқларида техник иқтисодий ҳисоблашлар

Энергетика системаларини лойиҳалашнинг вазифаси уларнинг ривожланишини аниқловчи, истеъмолчиларни талаб этилувчи сифатидаги электр ва иссиқлик энергиялари билан ишончли даражада энг кичик харажатларда таъминловчи ечимларини ишлаб чиқиш ва техник–иқтисодий асослашдан иборатдир.

Энергетика системалари ва электр тармоқларини лойиҳалаш *босқичсиз лойиҳалаш ишларини* бажариш билан бошланади. Бу ишларни бажариш натижасида лойиҳалашнинг иқтисодий самарадорлиги ва мақсадга мувофиқлиги, катта нарҳли қурилиш, қайта қуриш ва электр тармоқ обоектларини кенгайтиришни аниқлаш учун *асословчи материаллар* ишлаб чиқилади.

Электр тармоқлар ривожланишини лойиҳалаш “Энергетика системаси электр тармоғининг ривожланиш схемаси” деб юритилувчи мустақил иш ёки энергетика системаси ривожланиш схемасининг ташкилий қисми сифатида бажарилиши мумкин. Электр тармоқларини лойиҳалаштиришда турли вазифаларни бажарувчи ва турли кучланишлардаги тармоқларни ривожлантириш умумлаштирилади. Лойиҳалашнинг қуйидаги таҳминий ташкилий қисмлардан иборат бўлган босқичларида таркиби ва ҳажми бўйича турлича масалалар ечилади:

–кўрилаётган энергетика системасининг мавжуд тармоғини таҳлил қилиш;

–истеъмолчиларнинг электр юкламаларини аниқлаш ва алоҳида подсистемалар ва энергетик тугунлар учун актив қувват балансини тузиш, янги пасайтирувчи подстанциялар қуришни асослаш;

–электр станцияларининг иш ҳолатларини ҳисоблаш (агар қўрилаётган тармоққа электр станцияси уланган бўлса) ва лойиҳалаштирилаётган электр тармоқнинг юкланишини аниқлаш;

–электр тармоқнинг турли иш ҳолатларини ҳисоблаш ва тармоқ схемаси тузилишини асослаш;

–реактив қувват балансини тузиш ва тармоқда кучланишни ростлаш шартларини аниқлаш, компенсацияловчи қурилмаларнинг типлари, қувватлари ва жойлаштирилиш пунктларини аниқлаш;

–лойиҳаланувчи тармоқнинг қисқа туташув (ҚТ) тоқларини ҳисоблаш, коммутацион аппаратларнинг узиш имкониятларига талабларни аниқлаш, ҚТ қувватларини чеклаш бўйича таклифларни ишлаб чиқиш;

–сиғим тоқларини компенсациялаш учун қўлланилувчи ёй сўндирувчи реакторларни танлаш ва сонларини, қувватларини ҳамда ўрнатилиш жойларини асослаш (одатда, 35 кВ ва ундан паст тармоқлар учун амалга оширилади);

–электр тармоқни белгиланган ҳажмда ривожланишининг келтирилган параметрлари, натурал ва суммавий кўрсаткичлари, ишга туширилиш кетма–кетлигини аниқлаш.

–Автоматлаштирилган лойиҳалаш системаларини (АЛС) қўллаш энергетика системалари ва тармоқларини лойиҳалашда муҳим аҳамиятга эга. Электр тармоқни лойиҳалашда асосий аниқланувчи параметрлар–номинал кучланишлар, ЭУЙ ўтказгичларининг кўндаланг кесими, ЭУЙнинг сони, уларнинг узатиш қобилияти, трансформаторларнинг сони ва қуввати дискретдир. Қидирилаётган маълумотларнинг сони жуда кўп ва шу сабабли масалани математик кўринишда тасвирлаш жуда мураккаб. Электр тармоқни лойиҳалашни лойиҳаловчисиз амалга ошириш мумкин эмас. ЭС ни лойиҳалашда АЛС лойиҳаловчи учун маслаҳатчи сифатида хизмат қилади ва у инсон томонидан тўлиқ ҳимоялашни кўзда тутди.

5.2. Техник–иқтисодий кўрсаткичлар

Энг муҳим техник–иқтисодий кўрсаткич–бу капитал маблағлар, яъни электр тармоғи, станциялари ва энергетик объектларни қуриш учун сарф бўлувчи ҳаражатлардир. Электр тармоқ учун

$$K = K_{\text{эуи}} + K_{\text{нс}} \quad (5.1)$$

Бу ерда: $K_{\text{эуи}}$ –ЭУЙларни қуриш учун капитал маблағ; $K_{\text{нс}}$ – подстанцияларни қуриш учун капитал маблағ.

ЭУЙларни қуриш учун капитал маблағлар $K_{\text{эуи}}$ ўрганиш ишлари ва трассаларни тайёрлаш, таянчлар, ўтказгичлар, изоляторлар ва шу каби жиҳозларни олиш, уларни ташиш, монтаж қилиш ва бошқа ишлар учун ҳаражатлардан ташкил топган. Подстанцияларни қуриш учун капитал маблағлар $K_{\text{нс}}$ территорияни тайёрлаш, трансформатор, узгич ва шу каби жиҳозларни олиш, монтаж қилиш ва бошқа ишлар учун ҳаражатлардан ташкил топган.

Капитал маблағлар алоҳида жиҳозлар нархларининг умумлаштирилган қийматлари ёки сметалар бўйича ҳисобланиши мумкин.

Иккинчи муҳим техник–иқтисодий кўрсаткич бўлиб бир йил давомида энергетик жиҳозлар ва тармоқдан фойдаланиш учун лозим бўлган ҳаражатлари (қўшимча ҳаражатлар) ҳисобланади:

$$I = I_{\text{эуи}} + I_{\text{нс}} + I_{\Delta w} = \frac{\alpha_{a.\text{эуи}} + \alpha_{T.\text{эуи}} + \alpha_{x.\text{эуи}}}{100} \cdot K_{\text{эуи}} + \frac{\alpha_{a.\text{нс}} + \alpha_{T.\text{нс}} + \alpha_{x.\text{нс}}}{100} \cdot K_{\text{нс}} + I_{\Delta w}. \quad (5.2)$$

Бу ерда: $I_{\text{эуи}}$, $I_{\text{нс}}$ –ЭУЙ ва подстанциялар учун бир йил давомида фойдаланиш ҳаражатлари; $I_{\Delta w}$ –бир йил давомида исроф бўлувчи электр энергия нархи; $\alpha_{a.\text{эуи}}$, $\alpha_{T.\text{эуи}}$, $\alpha_{x.\text{эуи}}$ –ЭУЙ учун амортизация, жорий таъмир ва хизмат кўрсатиш йиллик чегирмаларининг нисбий бирликдаги қийматлари, 1/йил; $\alpha_{a.\text{нс}}$, $\alpha_{T.\text{нс}}$, $\alpha_{x.\text{нс}}$ –подстанция учун амортизация, жорий таъмир ва хизмат кўрсатиш йиллик чегирмаларининг нисбий бирликдаги қийматлари, 1/йил.

$\alpha_a, \alpha_m, \alpha_x$ ларнинг қийматлари қўлланмаларда келтирилган.

Агар ЭУЙ ва подстанциялар учун амортизация, таъмир ва хизмат кўрсатишга сарф бўлувчи фойдаланиш ҳаражатларини бирлаштирсак, у ҳолда электр тармоқ учун фойдаланиш ҳаражатлари ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I = I_a + I_m + I_x + I_{\Delta w} \quad (5.3)$$

Бу ерда: I_a – амортизацияга чегирмалар; I_m – тармоқда жорий таъмирни амалга ошириш учун ҳаражатлар; I_x – тармоққа хизмат кўрсатишга чегирмалар; $I_{\Delta w}$ – исроф бўлувчи электр энергия нархи.

Амортизация чегирмалари капитал таъмирни амалга ошириш учун зарур бўлган ҳаражатлар ва ишдан чиққан ёки эскирган жиҳозларни алмаштириш учун тўпланувчи маблағлардан ташкил топади. Жиҳознинг хизмат кўрсатиш даври қанча қисқа бўлса, амортизация чегирмаси шунчалик кўп бўлади. Жорий таъмир чегирмалари жиҳозни ишлайдиган ҳолатда тутиб туриш учун фойдаланилади. Жорий таъмир мобайнида изоляторлар алмаштирилади, таянч ва подстанция жиҳозларининг сиртлари бўялади, катта бўлмаган бузилишлар тузатилади. Ишдан чиқишнинг олдини олиш учун барча жиҳозлар текширилиб ва даврий тарзда синовдан ўтказилиб турилади. Бу тадбирлар ҳам жорий таъмир чегирмалари ҳисобидан молияланади. Хизмат кўрсатиш чегирмалари бевосита ходимларнинг маоши, транспорт ва алоқа воситалари, ходимларнинг яшаш уйлари ва ҳ.к. учун сарф қилинади.

Амортизация ва жорий таъмир қўшимча ҳаражатлари қуйидагича ҳисобланади:

$$I_a = \alpha_a K, \quad (5.4)$$

$$I_m = \alpha_m K, \quad (5.5)$$

Бу ерда: α_a – нисбий бирликдаги амортизация чегирмалари, 1/йил;

α_m – нисбий бирликдаги жорий таъмир чегирмалари, 1/йил.

Бир йил давомида исроф бўлувчи электр энергиянинг нарҳи қуйидагича ҳисобланади:

$$I_{\Delta W} = \beta \Delta W, \quad (5.6)$$

Бу ерда: ΔW – электр энергия исрофи, кВт.соат; β – исроф бўлувчи 1 кВт*соат электр энергиянинг нарҳи.

Техник–иқтисодий кўрсаткичларга, шунингдек, электр энергияни узатишнинг тан нарҳи ҳам киради ва у қуйидагича аниқланади:

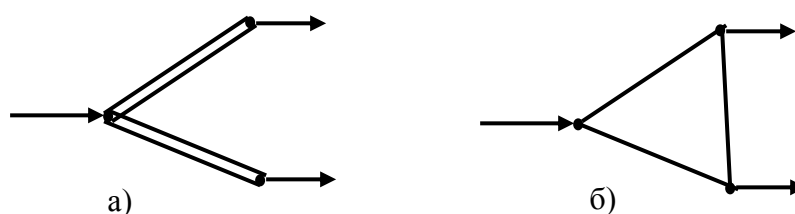
$$C = I/W, \quad (5.7)$$

Бу ерда: I – электр тармоқдан фойдаланиш ҳаражатлари; W – бир йил давомида истеъмолчи тармоқдан олган электр энергия.

5.2. Электр тармоқлари вариантларини техник–иқтисодий ҳисоблашлар

5.2.1. Электр тармоқлари вариантларини капитал маблағ ва қўшимча ҳаражатлар бўйича солиштириш

Техник иқтисодий жиҳатдан фақат техник талаблар бўйича рухсат этилган, яъни истеъмолчилари талаб этилган сифатдаги ва миқдордаги электр энергияни берилган ишончилиликда оладиган вариантлар солиштирилади.



5.1–расм. Тармоқ схемасининг вариантлари:

а – радиал; б – ёпик

Техник–иқтисодий жиҳатдан солиштиришнинг биринчи этапида техник талабларни қаноатлантирувчи вариантлар танланади, иккинчи этапида эса техник–иқтисодий кўрсаткичлар бўйича уларнинг энг оптимали танланади. Фараз қилайлик, 16.1–расмда тасвирланган вариантларни

солиштириш талаб этилади. Энг содда йўл – бу вариантлар учун капитал маблағ ва қўшимча ҳаражатларни аниқлаш ва сўнгра уларни солиштириш. Агар $K_1 > K_2$ ва $I_1 > I_2$ бўлса, у ҳолда иккинчи вариант танланади. Тез–тез вариантларни солиштириш учун қийинроқ бўлган $K_1 > K_2$, $I_1 < I_2$ (ёки тескари) ҳолатлар учраб туради.

5.3. Электр тармоқ вариантларини келтирилган ҳаражатлар

бўйича солиштириш

Тармоқ схемаси вариантларини солиштириш *капитал маблағларнинг нисбий иқтисодий самарадорлигини* ҳисоблаш асосида амалга оширилади. Энг афзал вариантни аниқлашнинг иқтисодий мезони бўлиб қуйидаги формула бўйича топиловчи *келтирилган ҳаражатлар* минумими ҳисобланади:

$$Z = p_n K + I, \quad (5.6)$$

Бу ерда: K –капитал маблағлар; I –йиллик фойдаланишдаги ҳаражатлар. I кўрилатган вақт давомида ўзгармас деб қаралади; p_n –капитал маблағлар нисбий самарадорлигининг норматив коэффиценти, $p_n = 0,12$ 1/йил.

Келтирилган ҳаражатлар энг кичик бўлган вариант энг афзал, яъни иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ вариант ҳисобланади. Бу вариант учун қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\min_i Z_i = \min_i (P_n K_i + I_i), \quad (5.7)$$

Бу ерда: i – вариант номери.

Агар қурилиш бир неча йил давом этса ва йиллик фойдаланиш ҳаражатлари ҳар йил учун турлича бўлса, у ҳолда биринчи йилга келтирилган ҳаражатлар қуйидагича аниқланади:

$$Z = \sum_{t=1}^T \frac{p_n K_t + \delta I_t}{(1 + p_{n.k})^{t-1}}, \quad (5.8)$$

Бу ерда: T – тармоқни қуриш даври бўлиб, бу даврдан сўнг капитал маблағ ишлатилмайди, фойдаланишдаги ҳаражатлар эса йиллар бўйича ўзгармайди ва I_t га тенг бўлади; K_t , U_t –ҳисобланаётган даврнинг t –чи йили

учун капитал маблағлар ва йиллик фойдаланишдаги харажатлар; $p_{н.к}=0,08$ — ҳар хил даврдаги харажатларни келтириш нормативи; $\delta U_t = U_t - U_{t-1}$ — t -чи йил учун фойдаланишдаги харажатларнинг $(t-1)$ —чи йилдагига нисбатан ўзгариши.

Агар солиштирилаётган вариантлар электр билан таъминлашда ишончлилиқ даражаси бўйича катта фарқ қилса, келтирилган харажатлар таркибига электр энергияни етказиб беролмасликдан кўриладиган зарар киритилиши зарур.

Кичик электр тармоқлари ёки алоҳида об'ектларни солиштирганда келтирилган харажатлар орасидаги фарқ 5% дан кичик бўлганда улар иқтисодий жиҳатдан тенг деб ҳисобланади. Бунда албатта солиштирилаётган вариантлар учун бир хил бўлган элементлар ҳисобга олинмаслиги лозим. Иқтисодий жиҳатдан тенг бўлган вариантлар орасидан бирини танлаш уларнинг иқтисодий эквивалент сифатида тасвирлаб ва келтирилган харажатларга киритиб бўлмайдиган хоссаларини муҳандислик жиҳатидан баҳолаш асосида амалга оширилади. Бунда тармоқнинг тараққиёт истиқболлари, фойдаланишдаги қулайлик, материалларнинг тақчиллиги, қўлланилаётган жиҳозларнинг ялпилиги ва бошқа факторлар ҳисобга олинади.

5.4. Электр тармоқ вариантыни ишончлилиқ даражасини ҳисобга олиб танлаш

Электр тармоқ ривожланишининг солиштирилувчи барча вариантлари истеъмолчиларга бир хил даражада электр энергия етказиб беришни таъминлаши керак. Ҳар бир вариантда белгиланган вазифаларни фойдаланиш кўрсаткичларини норматив ҳужжатларда келтирилган даражада сақланишини кўзда тутувчи ишончлилиқни таъминлаш лозим. Электр билан таъминлашда ишончлилиққа қўйиладиган талаблар “Электр қурилмаларини ўрнатиш қоидалари” (ЭҚЎҚ) бўйича электр қабул қилувчиларнинг тоифаларига

мувофиқ белгиланади. ЭҚЎҚ га мувофиқ барча электр қабул қилгичлар талаб этилувчи ишончилилик даражаси бўйича уч тоифага бўлинади.

I–тоифага электр билан таъминлашнинг бузилиши кишилар ҳаёти учун хавф, халқ хўжалигига катта зарар кўрилишига, ёй сўндирувчи асосий жиҳозларнинг ишдан чиқишига, маҳсулотни ялпи брак бўлишига, мураккаб технологик жараёнларнинг издан чиқишига, коммунал хўжаликнинг ўта муҳим элементларини фаолият кўрсатишини бузилишига олиб келадиган электр қабул қилгичлар киради. Бундай электр қабул қилувчилар электр энергия билан ўзаро резервланган иккита мустақил манбадан таъминланиши шарт. Бундай мустақил манбалар бўлиб, жумладан, битта подстанциянинг иккита манбадан таъминланувчи иккита шиналар системаси ёки секцияси ҳисобланиши мумкин. I–тоифа истеъмолчиларини электр билан таъминлашдаги узилиш резерв таъминотни автоматик киритиш вақти давомида рухсат этилади.

II–тоифа электр қабул қилгичларга узилиб қолиши ялпи маҳсулот ишлаб чиқаришнинг сусайишига, ишчилар, механизмлар ва саноат транспортларини ишсиз туриб қолишига, шаҳар ва қишлоқлар аҳолисининг нормал фаолиятининг бузилишига олиб келадиган электр қабул қилгичлар киради. Бундай электр қабул қилгичларни иккита ўзаро резервланувчи мустақил манбалардан таъминлаш тавсия этилади. Бунда электр билан таъминланишдаги узилиш резерв манбани навбатчи персонал ёки кўчма бригада томонидан улашга кетгунча вақт давомида рухсат этилади. II–тоифа электр қабул қилгичларни битта электр узатиш йўли, шунингдек битта трансформатор орқали, агар улар ишдан чиққан тақдирда уни икки соатдан ортиқ бўлмаган вақт давомида бартараф этиш имкони мавжуд бўлганда, рухсат этилади.

III–тоифа электр қабул қилгичларига қолган барча электр қабул қилгичлар киради. Бундай электр қабул қилгичларни битта манбадан электр билан таъминлаш узилиш юз берганда уни бартараф этиш, яъни ишдан

чиққан элементни таъмирлаш ёки алмаштириш учун лозим бўлган вақт бир суткадан ошмаслик шarti билан амалга оширилиши мумкин.

I–тоифа истеъмолчилари учун электр билан таъминлашдаги узилиш кўриладиган зарар иқтисодий эквивалент сифатида ифодалаш мумкин бўлмаган асоратлар билан боғлиқдир. I ва II–тоифа истеъмолчиларини таъминловчи электр тармоқ схемасининг ишончлилик даражасини баҳоловчи критерий сифатида ишончлиликнинг қуйидаги техник кўрсаткичлари қабул қилинган: ишдан чиқиш оқими параметри (йиллик ўртача ишдан чиқишлар они) ω , иш.ч./йил; электр билан таъминлашнинг қайта тикланиш ўртача вақти

T_m , йил/иш.ч. – йил давомида ишдан чиқмаслик эҳтимоллиги p , нисб. бирл.

Ишончлилик назариясида қуйидаги тушунчалар фойдаланилади:

–ишлаш қобилияти – системанинг белгиланган функцияни талаб этилган режим параметрлари таъминланган ҳолда бажара олиш қобилияти;

–ишдан чиқиш – иш қобилиятининг бузилиши; ишдан чиқмаслик– системанинг ишлаш қобилиятини белгиланган вақт оралиғида мажбурий узилишларсиз сақлаб қолиш хоссаси.

II–тоифа истеъмолчиларида электр билан таъминлашдаги узилиш кўриладиган зарар иқтисодий эквивалент кўринишда ифодаланиши мумкин бўлган асоратларга олиб келади. Бунда электр билан таъминлашдаги узилишдан кутиладиган йиллик ўртача халқ хўжалик зарари U (минг сўм/йил) келтирилган ҳаражат ифодасига киритилади:

$$Z = p_n K + I + U \quad (5.9)$$

Авария (мажбурий) натижасида электр билан таъминлашнинг бузилишидан кўриладиган йиллик ва ўртача зарар қуйидагича топилади:

$$U_m = \omega T_m P_{\text{экат}} \varepsilon_{\text{ю}} U_{\text{ом}} , \quad (5.10)$$

Бу ерда: $P_{\text{экат}}$ – нормал ҳолатдаги энг катта умумий юклама, кВт; $\varepsilon_{\text{ю}}$ – истеъмолчи юкламасининг чегаравий коэффиценти; $U_{\text{ом}}$ – электр билан

таъминлашнинг мажбурий узилишидан кўриладиган ўртача йиллик солиштирма зарар, минг сўм/(кВт.йил).

ω ва T_m нинг қийматлари қўлланмалардан олинади.

$\varepsilon_{ю}$ —олинган ишдан чиқишда узилиб қоладиган юкламани нормал ҳолатдаги умумий энг катта юкламасига нисбатига тенг. Электр билан таъминлаш тўлиқ узилганда $\varepsilon_{ю}=1$, тўлиқ резервланган тақдирда ишдан чиқиш юз берса, юклама талаб этувчи қувватни олаверади ва бунда $\varepsilon_{ю}=0$.

$U_{ом}$ юкламанинг таркиби ва $\varepsilon_{ю}$ га боғлиқ равишда типик боғланишлардан аниқланади.

5.5. Электр тармоқни лойиҳалаштиришда номинал кучланишни танлаш

Электр тармоқнинг номинал кучланиши унинг техник–иқтисодий кўрсаткичларига кучли таъсир этади. Масалан, номинал кучланиш ошса, қувват ва электр энергия исрофи, яъни фойдаланишдаги ҳаражатлар камаяди, ўтказгичларнинг йўғонликлари камаяди, ЭУЙ орқали узатиловчи чегаравий қувватлар ортади, тармоқнинг келажакдаги тараққиёти енгиллашади, бироқ, тармоқни қуриш учун капитал маблағ ортади. Кичик номинал кучланишдаги тармоқ аксинча – кичик капитал ҳаражатларни талаб этади, бироқ, қувват ва электр энергия исрофининг ортиши фойдаланишдаги сарфларни ортишига ва бундан ташқари узатиш қобилятининг камайшига олиб келади. Бундан лойиҳалаштиришда номинал кучланишни тўғри танлашнинг муҳимлиги келиб чиқади.

Иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ номинал кучланиш қуйидаги қатор факторларга боғлиқдир: юклама қуввати, уларнинг таъминлаш марказларидан узоқлиги, уларнинг бир–бирига нисбатан жойлашуви, тармоқланган конфигурацияси, кучланишни ростлаш усуллари ва бошқалар. Номинал кучланиш $U_{ном}$ нинг тахминий қийматини узатиловчи қувват ва u узатиладиган масофа бўйича аниқлаш мумкин. Номинал кучланишни қуйидаги усуллар бўйича тахминий баҳолаш мумкин: а). Типик

боғланишлар бўйича; б). Эмпирик ифодалар бўйича; в). Жадвал бўйича. Типик боғланишлар ва жадваллар қўлланмаларда келтирилган.

Номинал кучланишни узатиловчи қувват P , МВт ва ЭУЙ узунлиги L , км маълум бўлганда Стилла формуласи бўйича топиш мумкин:

$$U_{ном} = 4,34 * \sqrt{L + 16 P} \quad (5.11)$$

Бу формула узунлиги 250 км гача ва узатиловчи қувват 60 МВт дан ошмаган ЭУЙ лар учун қўлланилиши мумкин.

Узатиловчи қувватлар катта бўлган узунлиги 1000 км гача бўлган ЭУЙ лар учун А.М.Заллеский формуласидан фойдаланиш мумкин:

$$U_{ном} = \sqrt{P(100 + 15 * \sqrt{L})} \quad (5.12)$$

Г.А.Илларионов томонидан бу мақсадларда фойдаланиловчи қуйидаги формула таклиф этилган:

$$U_{ном} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}} \quad (5.13)$$

(15.6), (15.7) формулаларидан фарқли равишда (15.8) формуласи 35 кВ дан 1150 кВ гача бўлган барча номинал кучланишлар шкаласи учун кониқарли натижани беради.

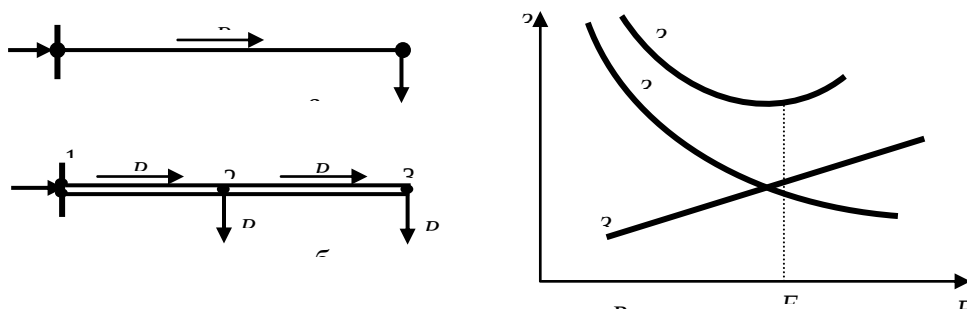
Лойиҳалаштирилаётган электр тармоқ ёки унинг алоҳида участкалари турли номинал кучланишларда бўлиши мумкин. Халқасимон электр тармоқлар участкалари учун, одатда номинал кучланишни бир хил қилишга ҳаракат қилинади.

График, жадвал ёки формулалардан бири бўйича топилган кучланиш энг яқин номинал кучланишига яхлитланади. $U_{ном}$ нинг қиймати аниқлангандан сўнг ҳар бир аниқ тармоқ учун чекланган миқдордаги ҳар хил номинал кучланишли вариантлар мўлжалланади ва сўнгра улар техник–иқтисодий жиҳатдан солиштирилади. Бу вариантлар учун келтирилган ҳаражатларни солиштириш натижасида бутун тармоқ ёки унинг алоҳида участкаларини номинал кучланиши танланади. Агар келтирилган ҳаражатлар орасидаги фарқ 5% дан кичик бўлса $U_{ном}$ катта бўлган вариант танланган.

VI-боб. ЎТКАЗГИЧЛАР ВА КАБЕЛЛАРНИНГ КЎНДАЛАНГ КЕСИМ ЮЗАЛАРИ ТАНЛАШ УСУЛЛАРИ

6.1. Ўтказгичлар кесим юзаларини токнинг иқтисодий зичлиги танлаш.

Кесим юзаларини токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш. 16.1–расмда тасвирланган ЭУЙ ўтказгичининг оптимал кесим аозосини танлашни кўриб ўтамиз.



6.1–расм. Келтирилган ҳаражатларни ЭУЙ ўтказгичлари кесим юзасига
боғлиқлиги:

а–бир занжирли ЭУЙ; б–икки занжирли ЭУЙ; в–келтирилган ҳаражатнинг
ташқил этувчилари.

Кесим юзаси ЭУЙ нинг муҳим параметридир. ЭУЙ ўтказгичларининг кесим юзаларини ортиши билан уни қуришдаги ҳаражатлар ва улардан чегирмалар ортади.

Бир вақтда электр энергия исрофи ва унинг йиллик нарҳи камаяди.

Келтирилган ҳаражатлар функцияси

$$Z(F) = p_n K + I \quad (6.1)$$

нинг минималига $F_{\text{ик}}$ тўғри келади.

ЭУЙнинг нарҳи унинг узунлигига боғлиқ:

$$K = \kappa_0 L \quad (6.2)$$

Бу ерда: L – ЭУЙнинг узунлиги, км; κ_0 – солиштирма капитал маблағ;

$$K_0 = a + vF, \quad (6.3)$$

Бу ерда: a –ЭУЙ нинг 1 км узунлиги учун кесим юзасига боғлиқ бўлмаган капитал маблағ (йўлларни қуриш, трассаларни тайёрлаш;

ботқоқликларни қуриштиш ва ҳ.к.); vF —солиштирма капитал маблағнинг ўтказгич кесим юзасига пропорционал бўлган қисми (металл, таянч, арматура ва ҳ.к. нарҳи).

(16.1) даги II нинг кесим юзасига боғланишини таҳлил қиламиз.

Хизмат кўрсатиш қўшимча харажатлари амалда ўтказгичларнинг кесим юзасига боғлиқ эмас. Электр энергия нарҳи эса кесим юзасига боғлиқдир:

$$II_{\Delta W} = \beta \Delta W = \beta \Delta P_{\text{экат}} \tau = \beta 3 I_{\text{экат}}^2 r_{\text{л}} \tau = 3 \beta I_{\text{экат}}^2 \rho L \tau / F, \quad (6.4)$$

Бу ерда: $I_{\text{экат}}$ —ЭУЙнинг энг катта ишчи токи; ρ —ўтказгич материалларининг солиштирма қаршилиги; β —бирлик электр энергия исрофининг нарҳи; τ —энг катта исрофлар вақти.

Амортизация ва жорий таъмир учун фойдаланишдаги харажатлар кесим юзасига боғлиқ бўлиб, қуйидагича аниқланади:

$$II_a + II_m = \alpha_3 K = \alpha_3 (a + vF) L, \quad (6.5)$$

Бу ерда: α_3 — амортизация ва жорий таъмир учун йиллик чегирма.

(6.3) ва (6.4) ни (6.5) га қўйсак, қуйидагига эга бўламиз:

$$3(F) = (a + vF)(P_n + \alpha_3)L + \beta 3 I_{\text{экат}}^2 \rho L \tau / F = 3_1 + 3_2 \quad (6.6)$$

$3(F)$ ни F бўйича дифференциаллаб ва ҳосилани нулга тенглаб, харажатлар функциясининг минимум шартини топамиз (6.1—расм).

$$\partial 3 / \partial F = (P_n + \alpha_3)vL - \beta 3 I_{\text{экат}}^2 \rho L \tau / F^2_{ик} = 0 \quad (6.7)$$

Бундан

$$F_{ик} = I_{\text{экат}} \sqrt{3 \beta \rho \tau / (P_n + \alpha_3)} \quad (6.8)$$

Токнинг иқтисодий зичлиги — ЭУЙда оқувчи энг катта токнинг иқтисодий зичликка нисбати:

$$j_{ик} = I_{\text{экат}} / F_{ик} \quad (6.9)$$

(6.8), (6.9) дан келиб чиқадики,

$$j_{ик} = \sqrt{(P_n + \alpha_3) / 3 \beta \rho \tau} \quad (6.10)$$

Бу ерда: (6.10) фақатгина $j_{ик}$ нинг маъносини тушуниш учун келтирилган бўлиб, у $j_{ик}$ аниқлаш учун фойдаланилмайди.

ЭҚЎҚ га мувофиқ $j_{иқ}$ ўтказгичнинг тури ва максимал юкламадан фойдаланиш вақти $T_{экат}$ га боғлиқ равишда танланади.

Амалда ЭУЙ кесим юзасини танлаш учун аввало жадвалдан $j_{иқ}$ топилади, сўнгра иқтисодий кесим юзаси ҳисобланади.

$$F_{иқ} = I_{экат} / j_{иқ} \quad (6.11)$$

(6.11) дан аниқланган $F_{иқ}$ стандарт кесим юзасигача яхлитланади.

Таҳлил шуни кўрсатадики, кесим юзасининг $F_{иқ}$ дан оғиш келтирилган ҳаражатларни сезиларли ўзгаришига олиб келмайди, чунки $3 = f(F)$ боғланиш аниқ ифодаланган минимумга эга эмас. (6.11) даги $I_{экат}$ —нормал ҳолат токи. $j_{иқ}$ ни топишда авариядан кейинги ҳолат токи ҳисобга олинмайди. Чунки бундай ҳолатлар қисқа вақт давомида амал қилади.

$j_{иқ}$ нинг қўлланилиши соҳаси. Кўп йиллар давомида токнинг иқтисодий зичлиги 1 кВ дан юқори кабелли ва 35–500 кВ ҳаводаги ЭУЙ нинг кесим юзасини танлашда қўлланилди. Ҳозирги даврда токнинг иқтисодий зичлиги бўйича $U_n > 1$ кВ бўлган кабелли ва 6–10 кВ ҳаводаги ЭУЙ кесим юзалари танланади.

Токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танланган кесим юзалари иссиқлик, рухсат этилган кучланиш исрофи $\Delta U_{рух}$ ва механик мустаҳкамлик бўйича текшириб кўрилади. Агар $j_{иқ}$ бўйича танланган ўтказгичнинг кесим юзаси бошқа шартлар бўйича талаб этилган кесим юзасидан кичик бўлса, бу шартлар билан белгиланган энг катта кесим юзасини танлаш лозим.

Қуйидаги ҳолларда кесим юзасини токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш мумкин эмас: 1 кВ гача кучланишли ва энг катта юклама вақти 4000–5000 соат бўлган саноат корхоналари электр тармоқлари; 1000 В гача кучланишли алоҳида электр қабул қилгичларга чиқувчи шаҳобчалар, саноат корхоналари, яшаш ва жамият биноларининг ёритиш тармоқлари; вақтинчалик ва шунингдек 3–5 йил муддатга хизмат қиладиган электр қурилмалар тармоқлари. Сўнгги йилларда 35 кВ ва ундан юқори номинал кучланишли ҳаводаги ЭУЙ нинг кесим юзалари токнинг иқтисодий зичлиги

бўйича танланмайди. Амалда 35–750 кВ кучланишли ҳаводаги ЭУЙ нинг кесим юзаси ток ва қувватнинг иқтисодий интерваллари бўйича танланади.

1 кВ ва ундан юқори кучланишдаги кабелли ЭУЙ да токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танланган кесим юзалари иссиқлик, рухсат этилган кучланиш, кучланишнинг оғиши ва қисқа туташув тоқларида термик турғунлик бўйича текширилади.

$j_{иқ}$ бўйича кабелли ЭУЙ нинг кесим юзаларини танлашда фақат (6.8) даги каби $I_{экат}$ дан эмас, балки ЭУЙ дан фойдаланиш жараёнида юклама ўзгаришини ҳисобга олувчи ҳисобий ток юкламасидан, шунингдек энг катта юкламадан фойдаланишдаги соатлар сонидан ҳам фойдаланиш тавсия этилади. Ҳисобий ток юкламаси, шунингдек 35–750 кВ кучланишли ҳаводаги ЭУЙ кесим юзасини иқтисодий интерваллар бўйича танлашда ҳам фойдаланилади.

6.2. Ўтказгичларни кесим юзаларини иқтисодий интерваллар усули бўйича танлаш

Ҳаводаги ЭУЙ кесим юзаларини иқтисодий интерваллар бўйича танлаш. Кесим юзасини токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш қирқинчи йиллардан бошлаб фойдаланилиб, ўз вақтида прогрессив ҳисобланган, чунки у нафақат ЭУЙ қуришдаги капитал маблағни, балки электр энергия исрофини ҳам ҳисобга олиш имконини беради. Ушбу афзалликларга қарамасдан кесим юзасини токнинг иқтисодий зичлиги бўйича танлаш маълум хатоликларга олиб келади.

Биринчидан, $j_{иқ}$ учун (6.10) ифода капитал маблағнинг ЭУЙ узунлигига тўғри чизиқли бошланишини кўзда тутди. Тўғри чизиқли боғланиш унификацияланган таянчлардан фойдаланувчи ЭУЙ ларни ялпи қуришга ўтиш билан бузилади. Саноат ҳар бири бир неча хил стандарт ўтказгичларни ошишга мўлжалланган чекланган миқдорда унификацияланган типдаги таянчларни ишлаб чиқаради. Бунга мос равишда бир хил типдаги унификацион таянчларда ўтказгич кесим юзасини ўзгариши билан капитал

маблағ ўзгариши кўп материал ва монтажни талаб этувчи навбвтдаги таянч типига ўтишидагига нисбатан анча камдир.

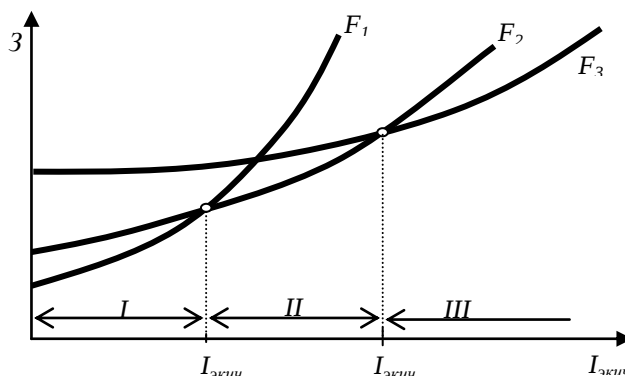
Иккинчидан, $j_{иқ}$ учун ифодани ҳосил қилишда келтирилган ҳаражатлар ифодаси (16.6) да кесим юзаси узлуксиз деб ҳисобланган. Амалда эса кесим юзаси дискрет равишда ўзгаради ва шу сабабли уни (16.7) шартидан топиш мумкин эмас.

Учинчидан, (6.6) ифодада энг катта ток $I_{экат}$ ўзгармас деб ҳисобга олинган. Амалда бундай эмас. Ҳар хил ЭУЙ лар учун $I_{экат}$ ҳар хилдир ва (6.6) да $I_{экат}$ ни ўзгарувчан деб ҳисоблаш лозим. Бундай ҳолда иқтисодий кесим юзаси нафақат $З$ нинг F бўйича ҳосиласини нулга тенглик шarti (6.7) дан, балки $З$ нинг энг катта ток бўйича ҳосиласининг ҳам нулга тенглик шarti (6.7) дан топилиши лозим.

Юқорида кўрсатилган камчиликлардан бартараф бўлган кесим юзасини танлаш усули "Иқтисодий интерваллар усули" номини олган.

Ўтказгич кесим юзасини танлаш учун ток юкламаларининг иқтисодий интерваллари қуйидагича аниқланади. 35–750 кВ ли ҳаводаги ЭУЙ нинг турли хил стандарт юзали ўтказгичлари учун келтирилган ҳаражатларнинг ЭУЙ токи $I_{экат}$ га боғланишлари қурилади. Ҳар бир кесим юзаси учун келтирилган ҳаражатлар (16.12) бўйича аниқланади. 16.6 ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$З = (p_n + \alpha_3)K + 3I_{экат}^2 r_l \tau \beta \quad (6.12)$$



6.2–расм. Иқтисодий интервалларни қуриш

6.2–расмда ҳисобланган ҳаражатларнинг боғланишлари F_1 , F_2 ва F_3 кесим юзалари учун кўрсатилган.

Бунда $F_3 > F_2 > F_1$.

F_1 ва F_2 эгри чизикларнинг кесишиш нуқтаси юзалар F_1 ва F_2 бўлган вариантларда келтирилган ҳаражатлар тенг бўладиган $I_{\text{э.кат}1}$ энг катта токни аниқлайди. Агар ЭУЙ токи $I_{\text{э.кат}1}$ дан кичик бўлса, у ҳолда энг кичик ҳаражатлар F_1 кесим юзасига тўғри келади, яъни айнан шу кесим юзани танлаш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир. Агар ток $I_{\text{э.кат}1}$ ва $I_{\text{э.кат}2}$ оралиғида бўлса, иккинчи кесим юза F_2 , $I_{\text{э.кат}2}$ дан катта бўлса учинчи кесим юза F_3 иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлади.

Токнинг иқтисодий интервалларидан фойдаланилганда ЭУЙ нинг энг катта токи тушунчасини аниқлаштириш керак. Ўтказгичларнинг юзаларини токнинг қуйидаги формула бўйича аниқланувчи ҳисобий юкламаси бўйича танлаш лозим.

$$I_x = I_{\text{э.кат}} \alpha_i \alpha_m, \quad (6.13)$$

Бу ерда: $I_{\text{э.кат}}$ – фойдаланишнинг бешинчи йилида ЭУЙ нинг нормал ҳолатдаги токи. У таъминловчи ва тақсимловчи тармоқ ЭУЙ лари учун электр системасининг максимал юкламали ҳолатини ҳисоблаш натижасида аниқланади; α_i – ЭУЙ йиллар давомида фойдаланишда юклама ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент; α_m – унинг максимал юкламадан фойдаланиш вақти $T_{\text{э.кат}}$ ва унинг энергетика системаси максимумидаги тўғри келиши K_m ни ҳисобга олувчи коэффициент.

110–220 кВ ЭУЙ лар учун α_i нинг қиймати 1,05 га тенг қилиб, бундан юқори кучланишдаги ЭУЙ учун бу коэффициент қиймати эса жадвалдан олинади.

35–750 кВ ЭУЙ ларининг кесим юзалари учун токнинг иқтисодий интерваллари қўлланмаларда жадвал кўринишида келтирилган бу жадваллар барча стандарт кесим юзалари ва ҳар хил регионлар учун тузилган.

6.3. Тақсимловчи тармоқларда эўйнинг кесим юзасини рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича аниқлашнинг характерли хусусиятлари

6.3.1. Тақсимловчи электр тармоқларида ўтказгич кесим юзаларини рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича танлаш

Тақсимловчи электр тармоқларида рухсат этилган кучланиш исрофини деб унинг шундай қийматига айтиладики, кучланишни ростлаш натижасида электр қабул қилгичдаги кучланиш оғиши Давлат стандартида белгиланган техник рухсат этилган қийматлардан ошиб кетмайди. Тақсимловчи электр тармоқда рухсат этилган кучланиш исрофи доимо энг катта кучланиш исрофидан кичик бўлмаслиги, яъни қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$\Delta U_{\text{э.кат}} \leq \Delta U_{\text{рух}} \quad (6.14)$$

Таъминлаш манбаси кучланиши тахминан ўзгармасдир. Агар $\Delta U_{\text{экат}} \leq \Delta U_{\text{рух}}$ бўлса, у ҳолда чекка тугундаги кучланиш қиймати рухсат этилмайдиган даражада бўлади.

0,38–20 кВ тақсимловчи электр тармоқларда ЭУЙ кесим юзаси (6.14) нинг бажариш шартидан келиб чиқиб танланади. Агар лойиҳалаштиришда ЭУЙ ўтказгичининг кесим юзаси F ни оширсак, актив ва реактив қаршиликлар ҳамда бунга мос равишда, энг катта кучланиш исрофи камаёди, чунки

$$\Delta U = (Pr + Qx) / U_n \quad (6.15)$$

Ўтказгичларнинг солиштирма актив қаршилиги кесим юзасига тескари пропорционал равишда ўзгаради, реактив қаршилиги эса, кесим юзасига заиф боғланган. Таъминловчи электр тармоқларда F нинг ўзгариши билан x_0 кам ўзгаради ва $x_0 > r_0$. Бундай тармоқларда U ни ростлаш имкониятлари кўп ва ΔU ни камайтириш учун F ни ўзгартириш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас.

Шу сабабли F ни танлашда (6.1) ҳисобга олинмайди. Тақсимловчи электр тармоқларда $r_0 > x_0$. Кесим юзаси ортганда r_0 ва бунга мос равишда

кучланиш исрофи жадал камаяди. Бундай тармоқларда кучланишни ростлаш имкониятлари кўп эмас ва шу сабабли F ни танлашда (6.1) шarti ҳисобга олинади.

0,38–20 кВ тақсимловчи электр тармоқларида кесим юзаларини танлашнинг характерли хусусиятлари F ни танлашда иқтисодийлик, рухсат этувчи кучланишлар ва ўтказгични қизиши шартларини ҳисобга олиш лозимлиги билан белгиланади. 1 кВ гача бўлган тармоқларда (6.1 параграфда кўрсатилган ҳолатлардан ташқари) ва 6–20 кВ тармоқларда иқтисодийлик ($j_{иқ}$ бўйича), рухсат этилган кучланиш $\Delta U_{рух}$ ва иссиқлик шартлари бўйича аниқланади.

Шуни белгилаш лозимки, кесим юзасини турли шартлар бўйича аниқлашда бир хил натижани берувчи бир неча алгоритмлардан фойдаланиш мумкин. Биринчи алгоритм ўтказгич кесим юзасини аввало битта энг асосий шарт, масалан $j_{иқ}$ бўйича, танлаш ва сўнгра уни бошқа шартлар, масалан иссиқлик ва ў.қ. бўйича, текширишни назарда тутати. Иккинчи алгоритм эса стандарт кесим юзасини, аввало, ҳар бир шарт бўйича аниқлаш ва сўнгра улардан энг каттасини танлашни назарда тутати. Одатда, нисбатан соддарок бўлган биринчи алгоритм қўлланилади.

ЭУЙ кесим юзасини рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича танлаш тармоқ фақат битта участкага эга бўлганда етарлича соддадир. Бундай ҳолда (6.2) бўйича аниқланувчи рухсат этилган кучланиш ўтказгич кесим юзасини белгилайди. Тармоқ бир нечта участкалардан ташкил топган ҳолат учун кесим юзаларини тўғридан-тўғри $\Delta U_{рух}$ бўйича танлаш мумкин эмас. Бундай ҳолларда тармоқ учун F ни танлашда (17.1) дан ташқари билвосита иқтисодий шартларни ифодаловчи қўшимча шартлар ҳам қўйилиши лозим. Бу шарт, масалан давомида бир нечта юкламалар бўлган ЭУЙ учун бир хил кесим юзасини танлашнинг мақсадга мувофиқлиги, қатор ҳолларда бутун ЭУЙ бўйича металл сарфи ёки қувват исрофининг минимумлиги бўлиши мумкин. Кучланишни танлашнинг барча учала кўриб чиқилган усуллари рухсат этилган кучланиш исрофи билан белгиланади. Улардан ҳар бири (6.1)

ва тақсимловчи тармоқларда кесим юзасини танлашда ушбу усулни қўлланиш соҳасини белгиловчи яна бир шартни қаноатлантиради.

Ҳар бир шарт бажарилган ҳолда кесим юзасини рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича танлашни таҳлил қиламиз.

Кесим юзасини ЭУЙнинг барча участкаларида бир хил бўлиши шарти бўйича танлаш ($F_{kj}=const=F$). Бу шарт шаҳар электр тармоқларида ўтказгич ва кабелларнинг кесим юзаларини танлашда қўлланилади. Ўтказгичлар кесим юзаларининг тенглиги электр тармоқ ёки унинг участкаларини қуриш ва монтаж қилиш учун энг қулай шароитни вужудга келтиради. Бундай тизим бир–бирига яқин жойлашган кўп миқдордаги юкламаларга эга бўлган ЭУЙ лар учун алоҳида афзалликларга эга.

ЭУЙ тузилиши ва ўтказгичларининг маркалари аниқланган (кесим юзасидан ташқари) k –чи тугун қуввати S_k , тугунлар ораларидаги масофа l_{kj} , рухсат этилган кучланиш исрофи $\Delta U_{рух}$ маълум.

ЭУЙда энг катта кучланиш исрофи қуйидагича топилади:

$$\Delta U_{э.кат} = \sum_{k=1, j=2}^m \frac{P_{kj} r_{kj} + Q_{kj} x_{kj}}{U_n} = \frac{\sum_{k=1, j=2}^m P_{kj} r_{kj}}{U_n} + \frac{\sum_{k=1, j=2}^m Q_{kj} x_{kj}}{U_n}, \quad (6.16)$$

Бу ерда: k –ЭУЙ участкасининг бошланиши; j –ЭУЙ участкасининг охири; r_{kj}, x_{kj} –ЭУЙ участкасининг гаршиликлари; P_{kj}, Q_{kj} – ЭУЙ участкасидаги актив ва реактив қувват оқимлари.

ЭУЙ да рухсат этилган кучланишни иккита ташкил этувчи кўринишида ифодалаймиз:

$$\Delta U_{рух} = \Delta U_{рух.а} + \Delta U_{рух.р}. \quad (6.17)$$

Бу ерда: $\Delta U_{рух.а}$ – (17.3) даги биринчи ташкил этувчиси бўлиб, у гўё актив қаршиликдаги рухсат этилган кучланиш исрофи; $\Delta U_{рух.р}$ – (6.3) даги иккинчи ташкил этувчи, яъни реактив қаршиликдаги рухсат этилган кучланиш исрофи.

Фараз қилайлик, энг катта кучланиш исрофи рухсат этилган кучланиш исрофига тенг:

$$\Delta U_{\text{pyx}} = \Delta U_{\text{pyx.a}} + \Delta U_{\text{pyx.p}} = \frac{\sum_{\kappa=1}^m P_{\kappa j} r_{\kappa j}}{U_{\text{н}}} + \frac{\sum_{\kappa=1}^m Q_{\kappa j} x_{\kappa j}}{U_{\text{н}}}; \quad (6.18)$$

бундан

$$\Delta U_{\text{pyx.a}} = \frac{\sum_{\kappa=1}^m P_{\kappa j} r_{\kappa j}}{U_{\text{н}}}; \quad \Delta U_{\text{pyx.p}} = \frac{\sum_{\kappa=1}^m Q_{\kappa j} x_{\kappa j}}{U_{\text{н}}}; \quad (6.19)$$

Кесим юзаси ўзгариши билан солиштира реактив қаршилиқ x_0 кам даражада ўзгаради (6.1,г–расм). Шу сабабли тақсимловчи тармоқлар учун, ЭУЙ участкаларида кесим юзаси бир хил бўлганда, кесим юзасини танлаш куйидаги тартибда амалга оширилади:

а) x_0 учун қиймат қабул қилинади, масалан ҳаводаги ЭУЙ учун $x_0=0,4$ Ом/км, 6–10 кВ ва 1 кВ гача кабелли ЭУЙ учун эса мос равишда 0,09 ва 0,06 Ом/км;

б) (17.5а) дан $\Delta U_{\text{pyx.p}} = \frac{\sum_{\kappa=1}^m Q_{\kappa j} x_0 l_{\kappa j}}{U_{\text{н}}}$ ҳисобланади;

в) (17.5) дан $\Delta U_{\text{pyx.a}} = \Delta U_{\text{pyx}} - \Delta U_{\text{pyx.p}}$.

г) кесим юзаси F аниқланади.

ЭУЙ актив қаршилигидаги рухсат этилган кучланиш исрофи:

$$\Delta U_{\text{pyx.a}} = \frac{\sum_{\kappa=1}^m P_{\kappa j} r_0 l_{\kappa j}}{U_{\text{н}}}$$

Бу формулада $r_0 = \frac{\rho}{F} = \frac{1}{\gamma F}$;

Бу ерда: ρ – ўтказгичнинг ҳисобий солиштира қаршилиги; γ – ўтказгичнинг ҳисобий солиштира ўтказувчанлиги.

Сўнгги иккита ифодадан

$$\Delta U_{\text{pyx.a}} = \frac{\sum_{\kappa=1}^m P_{\kappa j} l_{\kappa j}}{\gamma F U_{\text{н}}} = \frac{1}{\gamma F} \sum_{\kappa=1}^m \sqrt{3} I_{\kappa j} l_{\kappa j} \cos \varphi_{\kappa j} \quad (6.20)$$

(17.6) дан кесим юзасини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$F = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{j=2} \sqrt{3} I_{kj} \cos \varphi_{kj}}{\gamma \Delta U_{\text{рух.а}}} \quad (6.21)$$

Топилган кесим юзаси F энг яқин стандарт кесим юзасига яхлитланади ва сўнггра у учун (6.1) шартининг бажарилиши текширилади. Агар бу шарт бажарилмаса, у ҳолда кесим юзасини ошириш лозим.

6.4. Ўтказгич кесим юзасини қувват исрофини минимумлик шarti бўйича

Кесим юзасини қувват исрофини минимумлик шarti бўйича танлаш. Шунини кўрсатиш мумкинки, қувват исрофининг минимумлиги ток зичлигининг ўзгармаслик ҳолатида бўлади, яъни бунда ЭУЙ нинг барча участкаларида ток зичлиги бир хил бўлади:

$$j_{\Delta U} = \frac{I_{kj}}{F_{kj}} = \text{const} ;$$

Бу ерда: $j_{\Delta U}$ – рухсат этилган кучланиш исрофи бўйича танланувчи ток зичлиги. Бу қўшимча шарт саноат корхоналарининг электр таъминоти системаси тармоқларида кесим юзаларини танлашда фойдаланилади. Бундай тармоқларда ЭУЙ нисбатан қисқа ва юкламалар нисбатан катта, яъни металл сарфи кам, электр энергия исрофи эса кўп. Саноат тармоқларида қувват ва электр энергия исрофини камайтириш алоҳида аҳамиятга эга.

Ушбу ҳолатда фарқ шундан иборатки, участкаларда кесим юзалари F_{kj} ҳар хил, бироқ ток зичлиги $j_{\Delta U}$ бир хил.

Тақсимловчи электр тармоқлари ЭУЙ нинг барча участкаларида ток зичлиги бир хил бўлганда ҳисоб қуйидаги тартибда олиб борилади:

а). $x_0=0,4$ Ом/км қабул қилинади;

б). (17.5а) ва (17.4) ифодалар бўйича $\Delta U_{\text{рух.р}}$ ва $\Delta U_{\text{рух.а}}$ ҳисобланади.

в). Рухсат этилган кучланиш бўйича токнинг зичлиги $j_{\Delta U}$ топилади ва сўнггра ЭУЙнинг барча участкалари учун кесим юзаси аниқланади. (17.6)

ифодадан токнинг зичлиги рухсат этилган кучланиш бўйича қуйидагича аниқланади:

$$j_{\Delta U} = \frac{\Delta U_{\text{рух.а}} \gamma}{\sqrt{3} \sum_{\substack{k=1 \\ j=2}}^m I_{kj} \cos \varphi_{kj}}$$

Топилган ток зичлиги бўйича ҳисобий кесим юзаси осон аниқланади:

$$F_{kj} = \frac{I_{kj}}{j_{\Delta U}}$$

Ҳисобланган кесим юзаси энг яқин стандартга яхлитланади. ЭУЙ участкаларининг актив ва реактив қаршиликлари r_{kj} , x_{kj} лар аниқланади. (6.2) бўйича энг катта кучланиш исрофи ҳисобланади ва у (6.1) шарт бўйича текшириб кўрилади. Агар бу шарт бажарилмаса, кесим юзаси оширилади.

6.5. Ўтказгич кесим юзасини ўтказувчи материал сарфини минимумлик шартини бўйича танлаш

Кесим юзасини ЭУЙ ни қуриш учун ўтказувчи материал сарфининг минимумлик шартини бўйича танлаш. Бу қўшимча шарт металл иқтисоди электр энергия иқтисодига нисбатан муҳимроқ бўлган кам юкланмаган ҳолларда, хусусан, қишлоқ электр тармоқларини лойиҳалашда фойдаланилади. n -та юкламага эга бўлган ҳолатда охириги $(n-1)$ -участка ЭУЙнинг кесим юзаси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$F_{(n-1)n} = \frac{\rho \sqrt{P_{(n-1)n}}}{\Delta U_{\text{рух.а}} U_n} \sum_{\substack{k=1 \\ l=2}}^n l_{kj} \sqrt{P_{kj}} ;$$

Бу ерда: $F_{(n-1)n}$, $P_{(n-1)n}$ – охириги $(n-1)n$ – участканинг кесим юзаси ва ундаги қувват оқими; P_{kj} , l_{kj} – kj участканинг қувват оқими ва узунлиги; ρ – ўтказгичнинг ҳисобий солиштирма юкламаси.

Қолган участкаларнинг кесим юзалари қуйидаги муносабатлар асосида топилиши мумкин:

$$\frac{F_{12}^2}{P_{12}} = \frac{F_{23}^2}{P_{23}} = \dots = \frac{F_{(n-2)(n-1)}^2}{P_{(n-2)(n-1)}} = \frac{F_{(n-1)n}^2}{P_{(n-1)n}} .$$

Танлаш жараёнининг навбатдаги иши, юқорида кўрилган ҳолатлардагидек, топилган кесим юзаларини энг яқин стандартларига яхлитлаш, уларни (Б.30) шарт бўйича текшириш ва бу шарт бажарилмаган тақдирда танланган кесим юзасини оширишни назарда тутати.

6.6. Қувват ва энергия исрофларини ҳисоблаш ҳамда уларни камайтириш тадбирлари

6.6.1. ЭУЙ ларида қувват ва энергия йиллик исрофларини юклама графиги бўйича ҳисоблаш

Электр энергияни станциялардан истеъмолчиларга узатиш жараёнида ўтказгичларни қизиши, электромагнит майдоннинг ҳосил бўлиши ва бошқа эффектларга бу энергиянинг бир қисми исроф бўлади.

Электр тармоқнинг ҳар қандай элементида электр энергия исрофи юкламанинг характери ва курилатган вақт жараёнида унинг ўзгаришига боғлиқ. Ўзгармас юклама билан ишлаб, ΔP актив қувват исрофига эга бўлган ЭУЙ да t вақт давомида исроф бўлувчи энергия қуйидагича аниқланади:

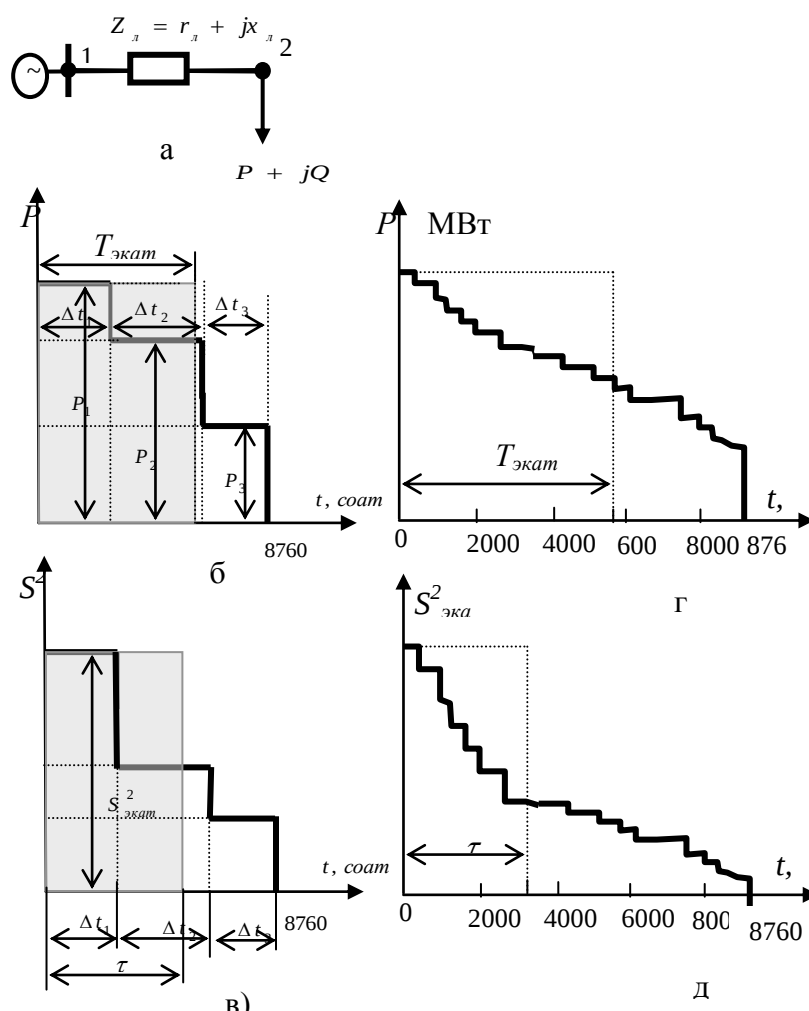
$$\Delta W = \Delta P t \quad (6.22)$$

Агар юклама йил давомида ўзгариб турса, у ҳолда электр энергия исрофини турли усуллар ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Мавжуд барча усулларни фойдаланилувчи математик моделга боғлиқ равишда иккита катта гуруҳга бўлиш мумкин. Булар – аниқ ва эҳтимолий – статистик усуллардир.

Электр энергия исрофини ҳисоблашнинг энг аниқ усули – бу шаҳобчаларнинг юклама графиклари бўйича аниқлашдир. Бунда ҳисоблаш юклама графигининг ҳар бир даражаси учун қувват исрофларини аниқлаш ва уларнинг йиғиндисини топишни кўзда тутати. Бу усул баъзан график интерполяциялаш усули деб юритилади.

Юклама графиклари суткалик ва йиллик юклама графикларига бўлинади. Суткалик графиклар юклама қувватларини сутка давомида йиллик графиклар эса йил давомида ўзгаришини ифодалайди. Йиллик график баҳорги–ёзги ва кузги–қишки даврлар учун характерли суткалик графиклар

асосида курилади. Йиллик энергия исрофини ҳисоблашда давомийлик бўйича юклама графикларидан фойдаланилади. Бундай графикни ҳосил қилиш қуйидаги тартибда амалга оширилади. Бу графикнинг бошланғич ординатаси максимал юкламага тенг қилиб қабул қилинади. Суткалик графиклар бўйича турли типдаги суткалар сонини ҳисобга олиб (шанба, якшанба, душанба, иш куни) юклама қувватининг ҳар бир қиймати учун у йил давомидаги соатлар сони аниқланади. Аввало, максимал юклама ўринли бўлган вақт, сўнгра юклама қувватининг бошқа қийматлари учун (камаийиб бориш тартибида) вақт оралиқлари аниқланади.



6.3–расм. Электр энергия исрофини юклама графиги ва максимал исрофлар вақти бўйича топиш:

а – ЭУЙнинг алмаштириш схемаси; б,г – уч пағонали ва кўп пағонали юклама графиклари; в,г – уч пағонали ва кўп пағонали S^2 графиклари

Йиллик юклама графиги бўйича йиллик энергия исрофини аниқлаш мумкин. Бунинг учун ҳар бир ҳолат учун қувват ва энергия исрофлари аниқланади. Сўнгра, бу исрофлар қўшилади ва йиллик электр энергия исрофи аниқланади.

Мисол тариқасида уч пағонали юклама графигини (6.3,б–расм) оламиз. Юклама P_1 бўлган ҳолат учун

6.3,а–расмдаги ЭУЙ да қувват исрофи қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta P_1 = \frac{S_1^2}{U_1^2} r_{\text{л}} \quad (6.23)$$

Электр энергия исрофини ушбу ҳолат учун қувват исрофини шу ҳолатнинг давомийлик вақтига қўпайтириш орқали топамиз:

$$\Delta W_1 = \Delta P_1 \Delta t_1 \quad (6.24)$$

Қолган ҳолатлар учун ҳам электр энергия исрофи шу тартибда топилади. Юклама P_2 бўлган ҳолат учун

$$\Delta P_2 = \frac{S_2^2}{U_2^2} r_{\text{л}} ; \quad (6.25)$$

$$\Delta W_2 = \Delta P_2 \Delta t_2 , \quad (6.26)$$

юклама P_3 бўлган ҳолат учун

$$\Delta P_3 = \frac{S_3^2}{U_3^2} r_{\text{л}} \quad (6.27)$$

$$\Delta W_3 = \Delta P_3 \Delta t_3 \quad (6.28)$$

Юқоридагилардан келиб чиқиб, N та пағонага эга бўлган қўп пағонали юклама графигининг i –пағонаси учун қувват ва йил давомидаги энергия исрофлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$\Delta P_i = \frac{S_i^2}{U_i^2} r_{\text{л}} , \quad i = 1, \dots, N , \quad (6.29)$$

$$\Delta W = \sum_{i=1}^N \Delta P_i \Delta t_i \quad (6.30)$$

Бу ерда: Δt_i – юклама графигининг i – пағонаси давомийлиги.

Δt_i вақт давомида трансформаторда қувват ва энергия исрофлари қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta P = \Delta P_{\kappa} \left(\frac{S_{2i}}{S_{ном}} \right)^2 + \Delta P_c ; \quad (6.31)$$

$$\Delta W = \left[\Delta P_{\kappa} \left(\frac{S_{2i}}{S_{ном}} \right)^2 + \Delta P_c \right] \Delta t_i \quad (6.32)$$

Бу ерда: ΔP_{κ} , ΔP_c — мос равишда трансформаторнинг мис ва пўлат қисмларида исроф бўлувчи қувват; s_{2i} — трансформаторнинг иккиламчи томонида графикнинг i — пағонаси юкламаси; $s_{ном}$ — трансформаторнинг номинал қуввати.

κ та трансформатор параллел ишлаганда N та пағонали юклама графигининг i — пағонасида исроф бўлувчи қувват ва йиллик энергия исрофи мос равишда қуйидаги формулалар бўйича топилади:

$$\Delta P_i = \frac{1}{k} \Delta P_{\kappa} \left(\frac{S_{2i}}{S_{ном}} \right)^2 + k \Delta P_c ; \quad (6.33)$$

$$\Delta W = \left[\Delta P_{\kappa} \left(\frac{S_{2i}}{S_{ном}} \right)^2 + \Delta P_c \right] \Delta t_i \quad (6.34)$$

Исрофларни юклама графиги бўйича аниқлаш усулининг афзаллиги катта аниқлигидадир. Аммо барча шахобчаларнинг юкламалари ҳақида маълумотнинг етарлимаслиги ушбу усулнинг қўлланилишини чеклайди.

6.7. ЭУЙ да қувват ва йиллик энергия исрофини максимал юклама ва максимал қувватда фойдаланиш вақти бўйича ҳисоблаш

Исрофларни аниқлашнинг энг содда усулларида бири *энг катта исрофлар вақти бўйича* топишдир. Барча ҳолатлар ичидан қувват исрофи энг катта бўлган ҳолат аниқланади. Бу ҳолатни ҳисоблаб, бу ҳолат учун қувват исрофи $\Delta P_{экат}$ топилади. Йил давомида энергия исрофини бу қувват исрофини энг катта исрофлар вақти τ га кўпайтириб топилади:

$$\Delta W = \Delta P_{экат} \tau \quad (6.35)$$

Энг катта исрофлар вақти шундай вақтки, агар бу вақт давомида энг катта юклама билан ишланганда исроф бўлувчи энергия йил давомида юклама графиги бўйича ишланганда исроф бўлувчи энергияга тенг бўлади, яъни,

$$\Delta W = \Delta P_1 \Delta t_1 + \Delta P_2 \Delta t_2 + \dots + \Delta P_N \Delta t_N = \Delta P_{\text{экат}} \tau, \quad (6.36)$$

Бу ерда: N – юклама графиги пағоналари сони.

Электр энергия исрофи ва истеъмолчи томонидан қабул қилинган электр энергия орасида қуйидаги тартибда боғланишни ўрнатиш мумкин.

Истеъмолчи томонидан қабул қилинган энергия:

$$\Delta W = \Delta P_1 \Delta t_1 + \Delta P_2 \Delta t_2 + \dots + \Delta P_N \Delta t_N = \sum_{i=1}^N \Delta P_i \Delta t_i = \Delta P_{\text{экат}} \tau, \quad (6.37)$$

Бу ерда: $P_{\text{экат}}$ – юклама қабул қилувчи энг катта қувват.

Энг катта юклама вақти $T_{\text{экат}}$ шундай вақтки, бу вақт давомида энг катта юклама билан ишловчи истеъмолчи тармоқдан олган энергияси бир йил давомида у юклама графиги бўйича ишлаб тармоқдан олган энергияга тенг бўлади, яъни

$$T_{\text{экат}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \Delta t_i}{P_{\text{экат}}} \quad (6.37)$$

$S^2 = f(t)$ графикни курамиз (6.3,в–расм). Фараз қилайлик, юклама графигининг i –пағонасида қувват исрофининг тахминий қиймати номинал кучланиш бўйича топилади, яъни (6.8) нинг ўрнига қуйидаги ифодадан фойдаланамиз:

$$\Delta P_i = \frac{S_i^2}{U_{\text{ном}}^2} r_{\text{л}}$$

Агар $r_{\text{л}} / U_{\text{ном}}^2 = \text{const}$ эканлигини эътиборга олсак, Δt_i вақт давомида исроф бўлувчи энергия маълум масштабда $S_i^2 \Delta t_i$ га тенг, яъни томонлари Δt_i ва S_i^2 га тенг бўлган тўғри тўртбурчакнинг юзига тенг (6.3,в–расм).

Электр энергия исрофи маълум масштабда 6.3,в,д–расмдаги графикларда тасвирланган фигуралар билан чегараланган юзаларга тенг.

τ учун юқорида келтирилган таорифга мувофик

$$S_{\text{экат}}^2 \tau = \sum_{i=1}^N S_i^2 \Delta t_i \quad (6.38)$$

Пик кўринишидаги графиклар учун τ нинг қиймати қуйидаги империк формуладан топилади:

$$\tau = (0,124 + \frac{T_{\text{экат}}}{10000})^2 \cdot 8760 \quad (6.39)$$

(6.19) формулани йил учун яъни $T=8760$ соат учун фойдаланиш мумкин. Бунга нисбатан кичик вақт давоми учун ҳисоблаш аниқлигини ошириш учун (18.19) ўрнига қуйидаги ифодадан фойдаланиш мақсадга мувофик:

$$\tau = 2T_{\text{кат}} - T + \frac{T - T_{\text{экат}}}{1 + \frac{T_{\text{экат}}}{T} - \frac{2P_{\text{экич}}}{P_{\text{экат}}}} \left(1 - \frac{P_{\text{экич}}}{P_{\text{экат}}} \right)^2 \quad (6.40)$$

Қатор турли хил характерли юклама графиклари учун ҳисоблаш йўли билан $\tau = f(T_{\text{экат}}, \cos \varphi)$ боғланишни қуриш мумкин ва ундан фойдаланиб, маълум $T_{\text{экат}}$ ва $\cos \varphi$ лар бўйича τ ни аниқлаш мумкин.

6.8. Электр тармоқларида қувват ва энергия исрофларини камайтириш тадбирлари

Ҳозирги шароитда электр тармоқларда энергия исрофини камайтириш ёқилини тежашнинг муҳим манбаларидан бири ҳисобланади.

Электр энергия исрофини таҳлил қилганда умумий исрофни қуйидаги турларга бўлиш лозим:

Энергетика системасида *электр энергия исрофининг ҳисобий миқдори* – барча электр станциялардан тармоққа берилган ва барча истеъмолчилар томонидан қайд этилиб, пули тўланган электр энергия миқдорлари орасидаги фарқ;

Исрофнинг ҳисобий ва техник миқдори – маълум ҳолат параметрлари ва тармоқ элементларининг ҳисоб параметрлари бўйича аниқланиб, у

ўтказгичларни қизиши ва электромагнит майдоннинг ҳосил бўлишига сарф бўлувчи исрофдир;

Тижорат исрофлари – у ҳисобий ва техник исрофлар орасидаги фарк сифатида аниқланиб, у қайд этиш тизимининг такомиллашмаганлиги, счетчиклар кўрсатишини олишнинг бир вақтда эмаслиги ва ноаниқлиги, фойдаланилувчи қайд этиш асбобларининг хатоликлари, қайд этилмаган истеъмолчиларнинг мавжудлиги;

Ҳозирги даврда мавжуд электр энергия исрофини камайтириш тадбирларини уч гуруҳга бўлинади: ташкилий, техник ва электр энергияни ҳисобий ва техник қайд этиш тизимини такомиллаштириш тадбирлари.

Ташкилий тадбирларни қўллаш амалда ҳеч қандай қўшимча маблағни талаб этмайди. *Техник тадбирлар* қўшимча капитал маблағларни талаб этади.

Электр энергияни техник ва ҳисобий қайд этиш тизимининг такомиллашуви исрофларни камайтириш тадбирларни танлаш бўйича ҳисоблашларни янада аниқ маълумотлар билан таъминлаш имконини беради.

ХУЛОСА

1. Ишлаб чиқарилган энергия узатиш линиялари ва трансформаторлар орқали истеъмолчиларга юборилади. Электр энергиясини истеъмолчиларга узатишда иложини борича узлуксиз етказиб бериш мустақил давлатимизга жуда катта фойда келтиради. Узлуксиз етказиб беришни бир неча усуллари мавжуд бўлиб, бу усуллар жумласига автоматик қайта уловчи, захирани автоматик уловчи, частотани автоматик юксизловчи қурилмалар киради. Ушбу автоматика қурилмаларини қўллашда корхоналардаги электр энергиясини авария натижасида узилганда истеъмолчиларни манбасиз қолиб кетишидан сақлайди ҳамда турли хил зарарларни камайтиришга эришилди.

2. Ҳозирги кунга келиб барча қурилмалар замонавийлашиб бормоқда шунинг учун автоматика воситаларини ҳам компьютер ускуналари орқали бошқариш анчагина ишончлиликлка ҳамда ишчи кучини кам сарфланиши, доимо назоратни талаб қилмаслиги билан яққол кўзга ташланиб туради. Фар ИЭМдаги айрим қурилмаларни ишламай туриши каттагина зарарни вужудга келтириш мумкин масалан: иккинчи генераторни ишламаслиги биринчидан истеъмолчиларга камроқ энергия етказиб берилади, иккинчидан агар авария туфайли биринчи генератор ишдан чиқса иккинчи трансформатор эса ремонтда бўлса у ҳолда генератор тарқатиш қурилмаси остидаги барча истеъмолчилар манбасиз қолиб кетади ва нефтни қайта ишлаш заводи анчагина талофат кўриши ҳам мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар

1. И.А.Каримов. “Буюк ва мукаддасан, мустақил ватан”, “O‘QITUVCHI”, нашриёт–матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2011 йил.
2. И.А.Каримов. “Ўзбекистон мустақилликка эришиш оstonасида”, “O‘QITUVCHI”, нашриёт–матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2012 йил.
3. И.А.Каримов «Наша главная задача дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа». Ташкент-«Узбекистан», 2010.
4. И.А.Каримов «Модернизация страны и построение сильного гражданского общества- наш главный приоритет». Ташкент-«Узбекистан», 2010.
5. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей. Под ред. В.А.Веникова.-М.: Высшая школа, 1975.-344с.
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 тараққиётининг 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-услугий 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

ИНТЕРНЕТ МАЪЛУМОТЛАРИ

ПРОЦЕСС АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ

ПОДКЛЮЧЕНИЯ

При поставке способ подключения измерительного напряжения и тока не задан в параметрах (см. параметр №16) . Регулятор тогда не сможет вычислить значение косинуса и это состояние индицируется обоими одновременно мигающими светодиодами рассогласования *ИНД* и *КОНД*. В этом случае регулятор проведет процесс автоматического распознавания подключения .

Чтобы регулятор мог осуществить этот процесс, должны быть выполнены следующие условия:

- работа регулятора не остановлена (светодиод *Ручной* погашен)
- регулятор находится в режиме регулирования , это значит , что отображена одна из двух текущих измеренных величин и светится соответствующий светодиод *COS*, *A* или *V*
- измерительный ток имеет достаточную величину

При выполнении всех условий регулятор запустит процесс автоматического распознавания подключения .

Процесс может состоять максимально из 7 шагов. В каждом шаге регулятор поведет четыре пробных замера, при которых последовательно подключает и отключает ступени с 1 по 4 . При этом предполагается , что хотя бы к двум из этих ступеней подключены конденсаторы . В каждом пробном замере на дисплее последовательно появятся следующие два сообщения :

1. номер шага в виде *AFX* (x – номер шага)
2. результат замера в виде например *1-0* (см. табл.2)

Если регулятор измерит в отдельных замерах (попытках) повторно одинаковые величины , подключение считается распознанным и следующие шаги не производятся. Если результаты замеров в данном шаге различные , регулятор проведет следующий шаг измерений .

Для успешного распознавания хотя бы к двум из выходов 1...4 должны быть присоединены конденсаторы .

При успешном окончании процесса автоматического распознавания подключения на дисплее кратковременно появится тип распознанного подключения , реальная величина косинуса в сети, а потом прибор начнет процесс регулирования , или возможно процесс распознавания ступеней.

Если процесс автоматического распознавания подключения не удастся успешно завершить, на дисплее появится мигающее сообщение $F=0$. В этом случае необходимо задать способ подключения вручную, либо установкой параметра №16 снова задать значение (—) – не задано, тем самым вызвать повторный запуск процесса автоматического распознавания подключения. Иначе регулятор перейдет в режим ожидания и через 15 минут повторит процесс автоматического распознавания подключения автоматически.

Процесс автоматического распознавания подключения можно в любой момент остановить переключением дисплея на изображение параметров, либо нажатием кнопки ENTER. После возврата в режим отображения текущих значений процесс автоматического распознавания подключения будет запущен снова с самого начала.

ПРОЦЕСС АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТОКОВ СТУПЕНЕЙ

Регулятор стандартно поставляется с активированной функцией автоматического распознавания токов ступеней (параметр №20=1). В этом случае регулятор проведет автоматическое распознавание токов ступеней всегда при включении регулятора (подаче питающего напряжения). Процесс может быть вызван и без снятия напряжения, установкой параметра №20 на величину 1 либо инициализацией регулятора (см. далее).

Чтобы регулятор мог начать процесс автоматического распознавания токов ступеней, должны быть выполнены следующие условия:

- работа регулятора не остановлена (светодиод *РУЧНОЙ* погашен)
- регулятор находится в режиме регулирования, это значит, что отображена одна из двух текущих измеренных величин и светится соответствующий светодиод *COS*, *A* или *V*
- измерительный ток имеет достаточную величину
- способ подключения измерительного напряжения и тока (параметр №16) задан

При выполнении всех условий регулятор запустит процесс автоматического распознавания токов ступеней.

Процесс может состоять из 3 или 6 шагов. В каждом шаге регулятор последовательно подключит и отключит каждый выход (всего 5 или 6, зависит от параметра №17). При этом он замерит, как подключение и отключение ступени влияет на полный реактивный ток в сети. Из измеренных величин регулятор определит ток соответствующей ступени.

В каждом пробном замере на дисплее последовательно отобразятся следующие сообщения:

1. номер шага в виде $AC-X$ (x – номер шага)

2. результирующий измеренный ток ступени в амперах . Если задан номинальный ток ИТТ (параметр №12) , изображен будет ток ступени прямо в сети , (на первичной стороне ИТТ) . Если номинальный ток ИТТ не задан , будет изображен ток ступени на вторичной обмотке ИТТ.

Если регулятору не удастся определить величину ступени, он ее не показывает . Это состояние наступит в случае , когда величина реактивного тока в сети значительно колеблется под влиянием переменной нагрузки .

После проведения трех шагов осуществляются вычисления . Если отдельные измерения в проведенных шагах предоставляют достаточно сходные результаты , процесс распознавания закончен . В противном случае регулятор проведет следующие три шага . Между отдельными тройками шагов регулятор выдержит паузу около 30 секунд .

Условием успешного распознавания токов ступеней является достаточно стабильное состояние в сети – в течение распознавания реактивный ток нагрузки не должен меняться на величину , которая сравнима либо значительно больше чем величина реактивного тока исследуемой ступени . В противном случае результат измерения будет неуспешным .

После успешного окончания процесса автоматического распознавания токов ступеней регулятор проверит , что хотя бы одна конденсаторная ступень была распознана , и если да , то начнет процесс регулирования . В обратном случае регулятор перейдет в режим ожидания и через 15 минут запустит вновь процесс автораспознавания .

Отдельные распознанные величины можно проконтролировать в побочной ветви параметра № 25 . Положительная величина означает емкостную ступень , отрицательная – индуктивную . Если ступень не удалось распознать , на дисплее будет — . Отдельные распознанные величины можно при необходимости вручную исправить .

РЕКОМЕНДАЦИЯ :

После контроля распознанных величин ступеней (параметр 25) рекомендуется установить параметр 20 на значение 0 (AC0). Отключением функции автораспознавания ступеней исключаются возможные случаи неуспешного распознавания ступеней после про падков питающего напряжения во время работы регулятора, которые могут настать в тяжелых условиях эксплуатации (большая нагрузка после возобновления питающего напряжения, резкие колебания реактивного тока).

Если процесс автоматического распознавания токов ступеней не был завершен успешно , либо среди распознанных ступеней нет ни одной емкостной , на дисплее будет мигать сообщение $C=0$, и одновременно активизируется сигнализация *Авария* . В этом случае необходимо задать

величины ступеней вручную , либо установкой параметра №20 на 1 инициировать снова процесс автораспознавания .

Процесс автоматического распознавания токов ступеней можно в любой момент остановить переключением дисплея на изображение параметров , либо нажатием кнопки ENTER . После возврата в режим отображения текущих значений процесс автоматического распознавания токов ступеней будет запущен снова с самого начала.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ

Регулятор реактивной мощности модели НОВАР5 – это полностью автоматический прибор , позволяющий оптимизировать управление компенсацией реактивной мощности . Был сконструирован как экономичный вариант более мощной модели НОВАР106 и предназначен для решения несложных и средне сложных задач компенсации.

Цифровой обработкой сигналов напряжения и тока достигнута высокая точность вычисления как текущей эффективной величины тока, так и коэффициента мощности. Прибор осуществляет вычисление основной гармонической составляющей активного и реактивного тока алгоритмом FFT. Этим обеспечена высокая точность измерения и регулирования и в условиях искажений в сети высшими гармоническими составляющими.

Регулятор может быть применен в сетях с номинальной частотой как 50 так и 60 Гц. Вход измерительного напряжения совмещен с входом питающего напряжения 230В. Измерительный токовый вход предполагает подключение ИТТ с номинальным вторичным током 5А. К регулятору можно подключить напряжение и ток произвольной фазы трехфазной сети 3х230/400В(50, 60Гц).

Запуск (инсталляция) прибора полностью автоматизирован. Регулятор автоматически определит как способ подключения, так и величину отдельных присоединенных компенсирующих ступеней. Ручное задание этих параметров также возможно. Любой из выходов можно настроить как постоянный. Регулирование протекает во всех четырех квадрантах комплексной плоскости (U,I), и его скорость зависит как от величины ошибки регулирования, так и от ее полярности (пере– компенсация/ недо– компенсация) . Подключение и отключение компенсирующих конденсаторов осуществляется так, чтобы оптимальное состояние компенсации (требуемый косинус) было достигнуто одним циклом регулирования и минимальным количеством переключаемых ступеней. При этом прибор выбирает отдельные ступени с учетом их равномерной загрузки и сначала подключает ступени, которые были отключены раньше всего и их остаточный заряд минимальный.

Во время регулирования прибор проводит текущий контроль компенсирующих ступеней. При обнаружении пропадания или изменения величины ступени данная ступень временно исключается из процесса регулирования (при соответствующей настройке параметров). Временно

исключенная ступень периодически тестируется и может быть обратно введена в процесс регулирования.

Регулятор оснащен шестью выходными реле. Назначение шестого реле можно установить как регулирующее либо как аварийное для сигнализации нестандартных состояний.

РЕГУЛЯТОР NOVAR 5+

Наряду с вышеуказанными свойствами регулятор Novar 5+ обладает следующими дополнительными функциями :

- Измерение и индикация коэффициента гармонических искажений напряжения (THD), отдельных гармонических составляющих, и коэффициента нагрузки конденсатора высшими гармониками (CHL)
- Функция аварии от коэффициента CHL
- Диапазон рабочих температур расширен на $-40 / +60^{\circ}\text{C}$

Регулятор Novar 5+ таким образом предназначен для работы в более тяжелых условиях, как климатических, так и с точки зрения качества питающего напряжения.

Программное обеспечение:

версия	дата разработки	примечание
1.6	04/1999	– основная версия
1.7	01/2002	– оптимизация алгоритма регулирования
1.8	01/2003	– добавлена <i>Авария</i> от повышенного напряжения

ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ

Лицевая панель прибора образована цифровым индикатором, индицирующими светодиодами и полем кнопок управления.

Рис.1 Лицевая панель

