

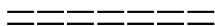


Erasmus+

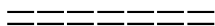
This project is funded by the European Union.

**Modernization of the
Curricula in sphere of
smart building
engineering - Green
Building (GREB)**

**ЗАМОНАВИЙ ЭНЕРГИЯ ЎЗГАРТИРИШ
ТИЗИМЛАРИ**



**ADVANCED ENERGY
CONVERSION SYSTEMS**



**СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГИЯ
ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ**



Tashkent - 2018

The publication is made on the basis of materials of the international project «Modernization of the Curricula in sphere of smart building engineering - Green Building (GREB)» 574049-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP and in the framework of the Erasmus+ program.

Suffice it to recall that renewable and resource-saving technologies for obtaining electricity are becoming cheaper year by year, while traditional ones, due to their remoteness from industrial and transport facilities, are becoming more expensive every year.

In addition, in our country, most of which are located in the high-latitude zone, it is necessary to conscientiously consume non-renewable sources (oil, gas, coal, etc.) that are necessary for future generations to operate mobile vehicles.

Considering the importance of this problem in the current conditions of transport development, the specialists of the scientific research institutes and higher educational institutions of railway transport developed a program for resource saving, which was the stimulating factor for the preparation of this manual.

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

**Authors: I.X. Siddikov, Kh.A. Sattarov, O.I.Siddikov,
X.E. Khujamatov, D.T. Khasanov, Sh.B.Olimova**

© Tashkent University of Information Technologies

ТАШКЕНТ 2018

Mundarija:

I. Кириш.....	10
1-Мавзу Кириш. Электр энергияси тизими. Электр таъминоти.	13
1. “Замонавий энергия ўзгартириш тизимлари” фани ва унинг аҳамияти.....	13
2. “Замонавий энергия ўзгартириш тизимлари” фаннинг мақсад ва вазифалари.....	16
3. Қайта тикланувчи электр таъминот манбаларининг Ўзбекистоннинг энергия мустақиллигидаги ўрни.	20
2 – Мавзу: Электр энергияни характерловчи катталиклар.....	27
1. Ўлчов birlikлари.....	28
Электр ток.....	29
2. Электр занжир ва унинг элементлари.....	32
3. Электротехниканинг асосий қонунлари Ом қонуни.....	38

Занжирнинг ЭЮК манбали қисми учун Ом қонуни.....	39
Кирхгоф қонунлари.....	43
Синусоидал ток ва кучланишларнинг амплитудаси, частотаси ва фазаси	48
Уч фазали занжирлар	51
Уч фазали тизимлар. Уч фазали синхрон генератор	53
Уч фазали занжирларнинг уланиш схемалари	56
3 – Маъруза: Электр энергия манбалари	61
1. Электр энергия манбалари.....	61
48 В кучланишли автоматлаштирилган электр таъминоти манбалари	72
2. Электр энергия манбаларининг ўрни.....	75
3. Бирламчи ва иккиламчи электр таъминот манбалари	79
4 – Маъруза. Электр энергия манбалари турлари.	84

Иссиқлик, гидравлик ва гидроаккумулясион, тўлқинлар, геотермал, атом, қуёш, шамол, биомасса ва бошқа энергия турлари.	86
Ноанънавий ва қайталанувчи энергия манбалари ҳамда уларниг дунё мамлакатларида қўлланилаётган турлари.....	95
Ўзбекистонда мавжуд бўлган ноананавий энергия манбалари.	98
5 – Маъруза. Ноанъанавий шамол ва қуёш энергияси манбалари.....	101
Қуёш энергияси ва ундан фойдаланиш асослари, амалиёти ҳамда келажаги	101
Қуёш энергияси кадастри	103
Шамол энергияси ва ундан фойдаланиш асослари, назарияси ва амалиёти	108
Биомасса ва бошқа энергия турлари.	117
6 – Маъруза. Қуёш энергияси.....	124
Қуёш энергиясидан иссиқлик ва электроэнергия олиш усуллари ва қурилмалари	125

Қуёш энергиясидан иссиқлик ва электроэнергия олиш усуллари ва қурилмалари	126
7 – Маъруза. Шамол энергияси ва унинг характеристикалари	143
Шамол тезлигини ўлчаш усуллари ва асбоблари	152
Шамол энергетик қурилмалари.....	160
Шамол қурилмаси иш ғилдираги диаметри билан унинг қуввати орасидаги боғланиш графиги.	163
Қанотли шамол ғилдираклариниг кўриниши: а-икки ғилдиракли; б-уч ғилдиракли; в-тўрт ғилдиракли.....	164
Шамол электростанциялари	166
Шамол қурилмаси иш ғилдираги (ротори) айланиш тезлиги билан унинг қуввати орасидаги боғланиш графиги	169

Шамол минорасининг баландлиги билан шамол қурилмаси қуввати орасидаги боғланиш графиги	169
Саноатда ишлаб чиқариладиган шамол энергетик қурилмалари	173
8 – Маъруза. Электр тармоқлари ва тизимлари.	175
Электр тармоқлари ва тизимлари.....	175
Электр станциялар ва подстанциялар	186
Тақсимлаш қурилмалари	191
9 – Маъруза. Электр энергия исрофини камайтириш усуллари	196
1. Электр тармоқларидаги қувват исрофи турлари.....	196
2. Электр энергия исрофини камайтириш усуллари.....	202
3. Энерготежамкорликни интеллектуал бошқариш қурилмалари.....	208

10 – Маъруза. Электр энергияни ўзгартириш. Трансформаторлар. Тузилиши ва ишлаш принципи	214
Бир фазали трансформаторлар	215
11 – Маъруза. Автотрансформаторларлар. Ўлчов трансформаторлари. Уч фазали трансформаторлар	239
Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти	241
12 – Маъруза. Тўғрилагичлар. Бир ва кўп фазали бошқарилмайдиган тўғрилаш схемалари.	243
Тўғрилагичнинг тузилиш схемаси. Ярим ўтказгичли диодлар	244
13 – Маъруза. Тиристорли бошқариладиган тўғрилагичлар.....	254
Бир тактли тўғрилаш схемалари	255
Икки тактли тўғрилаш схемалари	266
14 – Маъруза. Узлуксиз энергия таъминот манбалари.	273

Узлуксиз электр таъминоти манбалари	273
Алоқа соҳасининг электр таъминоти	286
15 – Маъруза. Электр энергия истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилиш тизимлари	303
Ахборот коммуникацион технологиялар иқтисодиётнинг модернизациялаш негизи	303
Ахборот коммуникацион технологияларнинг элементар таркибий асослари.....	308
Автоматик назорат-ўлчов тизимларнинг асосий қисмлари	312
Тижорат ва назорат –ўлчов ЭНҲАТ лар.....	320
Территориал электр тармоқлари ёки автоматик назорат – ўлчов тизими.....	328
Glossary (izohli lug’at).....	331
Асосий адабиётлар	337

I. Кириш

Ўзбекистон Республикаси Президентининг "Иқтисодиётнинг реал сектори корхоналарини қўллаб-қувватлаш, уларнинг барқарор ишлашини таъминлаш ва экспорт потенциалини кўпайтириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида" 2008 йил 28 ноябрдаги ПФ-4058-сон Фармони бажариш юзасидан, шунингдек хўжалик юритувчи субъектлар, шаҳарлар ва қишлоқлар истеъмолчилари томонидан электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилиш тизимини такомиллаштириш мақсадида Вазирлар Маҳкамаси қарор қабул қилган. Унда:

- электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимини бўйича бошланғич лойиҳалар амалга оширилиши;

- электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган

тизимини жорий этиш инвестиция лойиҳаси ишлаб чиқилганлиги кўрсатиб ўтилган.

- электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимини жорий этиш доирасида хўжалик юритувчи субъектларга электр энергиясини ҳисобга олишнинг замонавий электрон асбобларини ўрнатиш белгиланган;

- электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимини жорий этиш доирасида маиший истеъмолчиларга электр энергиясини ҳисобга олишнинг замонавий электрон асбобларини ўрнатиш белгиланган ва бунган мос режа тасдиқланган. Белгилаб қўйилган:

- маиший истеъмолчиларга электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимига уланадиган электр энергиясини ҳисобга олишнинг мавжуд

асбобларини алмаштириш ва замонавий электрон асбобларини ўрнатиш "Ўзбекенерго" ДАК корхоналарининг ўз маблағлари ҳисобига амалга оширилади;

- хўжалик юритувчи субъектларга электр энергиясини ҳисобга олишнинг мавжуд асбобларини алмаштириш ва замонавий электрон асбобларини ва аппарат комплексларини ўрнатиш уларнинг ўз маблағлари ҳисобига амалга оширилади;

Электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимига уланган истеъмолчиларга электр энергияси етказиб бериш олдиндан тўланган ҳақ доирасида электр таъминоти бўйича икки томонлама шартнома асосида амалга оширилади.

II. НАЗАРИЙ ҚИСМ

1-Мавзу Кириш. Электр энергияси тизими.

Электр таъминоти.

Режа:

1. “Замонавий энергия ўзгартириш тизимлари” фани ва унинг аҳамияти.
2. “Замонавий энергия ўзгартириш тизимлари” фанининг мақсад ва вазифалари.
3. Қайта тикланувчи электр таъминот манбаларининг Ўзбекистоннинг энергия мустақиллигидаги ўрни.

1. “Замонавий энергия ўзгартириш

тизимлари” фани ва унинг аҳамияти.

- турли хил электр қурилмаларининг электр таъминоти учун электр энергиядан фойдаланиш ва унинг асосий характеристикалари;

- энергетик тизимлар ва ҳозирда кенг тарқалган ноанъанавий электр энергиянинг асосий принциплари, ҳисоблашнинг назарий-услубий асослари;

- бирламчи ва иккиламчи электр таъминот манбалари функционал бирликларининг асосий принциплари;

- қайта тикланувчан энергия манбалари асосида телекоммуникация корхоналари ва ҳаракатдаги электр алоқа объектларини электр таъминотинини ташкил этишни, асосий параметрларини ҳисоблаш усулларини;

- қайта тикланувчан энергия манбаларига бўлган талабларни;

-қайта тикланувчан энергия манбалари асосида электр таъминоти тизими қисмларини ишлаш тамойилини;

- қайта тикланувчан энергия манбалари назариясини, тузилиш тамойилини ва таснифларини ҳисоблаш усулларини;

- қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги электр таъминоти тизими қисмларини компьютер моделлаштириш ва тадқиқ этиш;

- электр таъминоти тизими ва қисмларини турли вариантларини ишончлилигини баҳолашни;

- телекоммуникация ва алоқа аппаратуралари электр таъминоти тизимини ишлатиш ва уларга хизмат кўрсатиш тажрибаларини;

- бир неча энергия манбаларидан нарх, сифат ва бошқа кўрсаткичлар бўйича энг қулайини танлашни;

- қайта тикланувчан энергия манбаларининг тажриба макетлари билан амалий ишлай олишни;

- қурилмаларнинг таҳлилий кўникмарини, ускуналарни носозликлардан холи этган ҳолда, синалган ускуналар ва стендлардан фойдаланиш

ва уларни ишлаш режимида таъминот манбалари билан ишлаш вақтида техника хавфсизлик қоидаларига риоя этиб, телекоммуникация ва телевидения соҳасида бу қурилмаларни янада яхшилаш учун иқтисодий самарадорликни баҳолашда барча саволларга жавоб бериши тўғрисида маълумотларни ўз ичига олади.

2. “Замонавий энергия ўзгартириш тизимлари” фаннинг мақсад ва вазифалари.

Фан алоқа қурилмаларининг қайта тикланувчан электр таъминоти манбаларининг тузилиши, ишлаш принципи, қўллаш соҳалари, ишлаб чиқаришдаги ўрни ва шу билан биргаликда телекоммуникация ва телевидениянинг турли хил тизимларида ноанъанавий электр таъминоти манбаларини қўллаш ва тадбиқ қилиш асослари бўйича назарий ҳамда амалий билимларни олади. Электр таъминоти узлуксизлигини таъминловчи

таклиф қилинган усуллар орасидан оптимал вариант танлаш имконини берувчи ҳисоб-таҳлилий тажрибалар ва касб билимини шакллантириш, шунингдек узлуксиз электр таъминоти тизими элементларини лойиҳалаш, уларни электр схемалардаги ишлашларини оптималлаш тўғрисида касбий маҳоратларни мустаҳкамлашдан иборат.

Мамлакатимизда биринчи бўлиб қайталанувчи энергия манбаларидан бири бўлган сув энергиясидан фойдаланиш, 1926 йили қурилган Бўзсув гидроэлектростанциясини ишга туширишдан бошланди. Ўтган асрнинг 1987 йилида эса, 3000 °C дан ортиқ иссиқлик тўплайдиган дунёда энг катта қуёш печи ишга туширилди. Ҳозирги кунда мамлакатимизнинг Самарқанд вилоятида 400 гектар майдонга қуввати 100000 МВт га тенг қуёш электростанцияси учун

Осиё тараққиёт банкининг инвестициялари киритилди ва қурилиш ишлари бошлаб юборилди. Кичик қувватли қуёш энергетик қурилмаларидан республикамизнинг барча бурчакларида фойдаланилмоқда. Шамол энергиясидан фойдаланиш назарияси ва усуллари 1950 йилларда ишлаб чиқилган бўлиб, Республикамизда биринчи шамол энергетик қурилмаларидан 1983 йилда, Навоий вилояти Томди тумани чорвадорлари фойдалана бошлашди. Чорва молларининг гўнги, қишлоқ хўжалик маҳсулотларининг қолдиқлари ҳисобига биогаз ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланиш эса, 1987 йиллардан бошлаб амалга оширила бошлади.

Мамлакатимизда ноанаънавий ва қайта тикланувчи энергия манбаларига қизиқиш ва улардан фойдаланиш, мисли кўрилмаган тусда ўзига хос равишда тобора оммалашиб бормоқда. Ноанаънавий ва қайта тикланувчи энергия

манбаларига энергетик объектлар қуриш ва улардан фойдаланиш учун чет эл ва халқаро банкларнинг инвестициялари киритилмоқда. Ноанаънавий ва қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш тўғрисида биринчи Президентимизнинг 1995 йил 28 декабрдаги 476-сонли «Ўзбекистон Республикасида кичик гидроэнергетикани ривожлантириш ҳақида»ги, 2001 йил 22 февралда «Энергетикада иқтисодий ислохатларни чуқурлаштириш тўғрисида»ги ҳамда 2013 йил 1 мартдаги «Муқобил энергия манбаларини янада ривожлантириш чоратадбирлари тўғрисида»ги фармонлари қабул қилинди. Ноанаънавий ва қайта тикланувчи энергия манбаларига қуриладиган энергетик объектларда лойиҳа-қидирув ишларини олиб бориш, лойиҳалаш, қуриш, эксплуатация қилиш, таъмирлаш ва реконструкция қилиш учун албатта

чуқур билимга эга бўлган рақобатбардош мутахасссларни тайёрлаш тақоза этилади.

3. Қайта тикланувчи электр таъминот манбаларининг Ўзбекистоннинг энергия мустақиллигидаги ўрни.

Бугунги кунда, бутун дунёда бўлгани каби, Ўзбекистонда ҳам табиий бойликларни тежаш ва ишлаб чиқариш тармоқларига экологик соф технологияларни жорий этиш масаласига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Чунки бу ҳам иқтисодий барқарорликка эришиш, ҳам атроф-муҳитга салбий таъсирларни камайтиришда жуда муҳим омил ҳисобланади. Шу маънода айтганда, биринчи Президентимизнинг 2013 йил 1 мартдаги “Муқобил энергия манбаларини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Фармони ўз вақтида қабул қилинган тарихий аҳамиятга эга ҳужжатдир.

Муқобил ва қайта тикланувчи энергия манбаларининг афзалликлари ҳақида сўз юритишдан аввал жаҳон энергетикасидаги ҳозирги аҳвол хусусида қисқача тўхталиб ўтсак. Халқаро ташкилотларнинг ҳисоб-китобларига кўра, иқтисодий тараққиёт туфайли 2030 йилга бориб энергетикага бўлган талаб асримиз бошидагига нисбатан 50 фоиздан зиёдроққа ўсади ва умумий эҳтиёж 23,27 миллиард тонна шартли ёқилғини ташкил қилади. Демакки, ўз-ўзидан атроф-муҳитга салбий таъсир ҳам кучайиб боради.

Айни пайтда жаҳонда ишлаб чиқарилаётган барча энергиянинг 10,2 фоизи қайта тикланувчи қувватлар ҳисобига тўғри келаяпти. 2050 йилга бориб эса унинг айрим турларидаги улуши 70 фоиздан ошиши кутилмоқда. Бу биргина корхоналар томонидан экологияга чиқарилаётган зарарли чиқитларни 500 миллиард тоннага камайтириш имконини беради. Зеро, кам

углеродли энергетикани ривожлантиришдан мақсад ҳам буғ газларининг ҳавога кўтарилиши ортаётгани туфайли юзага келаётган глобал муаммоларни ҳал этишдан иборатдир. Кўзда тутилган режага мувофиқ, масалан, 2020 йилга бориб бундай газлар миқдорини 20-25 фоиз, 2040 йилда 40 фоиз, 2060 йилда эса 50-60 фоизга озайтириш мўлажалланган.

Маълумки, Ўзбекистон ёқилғи-энергетика ресурслари бўйича ўз эҳтиёжини тўла таъминлай оладиган давлатдир. Ҳозирги вақтда бу таъминотнинг асосий қисмини, яъни қарийб 80 фоизини табиий газ, 7,6 фоизини нефть, 5 фоиздан ортиғини кўмир ташкил этади. Мамлакатимиз муқобил ва қайта тикланувчи энергия манбалари бўйича ҳам улкан салоҳиятга эга. Жумладан, юртимиз ҳудудига тушадиган қуёш энергияси ҳамда ҳосил бўладиган назарий қувват миқдори 6 миллиард 750 миллион тонна шартли ёқилғига

тенг. Бу мавжуд қайта тикланмайдиган ресурслар захирасига нисбатан уч баробар кўпдир.

2011 йилнинг асосий якунлари ва 2012 йилда Ўзбекистонни ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамаси мажлисидаги маърузада табиий ресурслардан самарали фойдаланиш масаласига алоҳида эътибор қаратиб, муқобил энергия ресурсларини излаш ва жорий этиш ишларининг талаб даражасида эмаслигини, ушбу соҳада зудлик билан ҳал этилиши лозим бўлган муаммолар тўпланиб қолганини алоҳида таъкидлаб ўтган эдилар. Ана шу танқидий фикрлар тадқиқотларни ривожлантириш ва истиқболли, деб топилган илмий ишланмаларни амалиётга тезроқ жорий этиш масъулиятини янада оширди.

Чиндан ҳам, юртимизда муқобил ва қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш

имкониятлари катта. Айтайлик, республикамызда йилнинг асосий қисми қуёшлидир. Унинг қуввати 50 триллион 973 миллион тонна шартли ёқилғига тенг бўлиб, бу мамлакатимизда аниқланган жами энергия захираларига нисбатан анча кўпдир.

Тўғри, муқобил энергия манбаларидан, энг аввало, қуёш энергиясидан фойдаланиш соҳасида илмий ва экспериментал тадқиқотлар олиб бориш борасида Ўзбекистонда муайян тажриба тўпланган. Улар юзасидан ишланмалар қилинапти. Хусусан, Фанлар академияси “Физика-Қуёш” илмий-ишлаб чиқариш бирлашмасининг тадқиқотлари натижалари жаҳон миқёсида эътироф этилган. Иссиқ сув ва иссиқлик таъминоти учун паст потенциалли қурилмаларни яратиш, электр қуввати олиш учун фотоэлектрик ва термодинамик ўзгарткичлар, махсус материаллар синтези технологияларида, материаллар ва конструкцияларга термик ишлов

беришда қуёш энергиясидан фойдаланиш бўйича илмий тадқиқот ва тажриба-конструкторлик ишлари, айниқса, фаол ва самарали давом этмоқда. Республикада қуёш энергияси билан сув иситадиган қурилмалар асосида уй-жойлар ҳамда ижтимоий объектларни иссиқ сув билан таъминлаш тизимлари ишлаб чиқилмоқда ва улардан тажриба тариқасида фойдаланилмоқда.

Олимлар олдида турган вазифа инновацион илмий ишланмаларни иқтисодиётнинг турли тармоқларига кенг татбиқ қилиш, фан, технология ва иқтисодиёт ривожланишининг уйғунлигини таъминлашдан иборатдир. Фикримизча, инновацион ишлаб чиқаришнинг ривожланишида электр ва иссиқлик энергетикаси ресурсларини тежаш технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади. Республикамиз шароитида, айниқса, бу соҳада қуёш батареялари, шамол ва микрогидроэнергетик асбоблар каби энергияни

тиклаш манбаларининг кенг кўламда жорий қилиниши кутилган самарани бериши, шубҳасиз. Сабаби, агар мамлакатимиз энг кўп қуёшли кунларга эга минтақада эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак, жойларни иситишда қуёш коллекторларини ишлатишга ўтилса, бу билан иқтисодиёт ҳамда энергетика тизимида катта ютуққа эришган бўлардик.

Қайд этиш керакки, қайта тикланувчи энергия манбаларидан самарали фойдаланиш ҳамда қуёш энергиясида ишлайдиган улкан объектларни қуриш учун муайян ер майдонлари талаб қилинади. Чунки 1 МВт электр энергияси ҳосил қилиш учун бир гектар майдонга, 100 МВт қувват учун эса 100 гектар ерга қуёш қурилмаларини ўрнатиш зарур. Шунинг учун республикаимизда муқобил ва қайта тикланадиган энергетиканинг барча йўналишлари бўйича алоҳида технология ва технологик база яратилиши керак.

Ўзбекистондаги яна бир қайта тикланувчи энергия манбаи, бу - гидроэнергия ресурслари бўлиб, унинг салоҳияти бошқаларига нисбатан анча чуқур ўрганилган. Қуйидаги рақамга эътибор беринг: мамлакатимиздаги катта-кичик дарёларнинг энергия ҳосил қилиш қуввати 107 миллиард 1 миллион 50 минг кВт соатга тенг. Қолаверса, муқобил энергия соҳасида биомассадан фойдаланиш бўйича ҳам кўплаб лойиҳалар амалга ошириляпти.

2 – Мавзу: Электр энергияни характерловчи катталиклар

Режа:

1. Ўлчов бирликлари
2. Электр занжир ва унинг элементлари
3. Электротехниканинг асосий қонунлари
4. Бир фазали ва уч фазали электр занжирлари

1. Ўлчов бирликлари

Электр кучланиш

Электр майдони икки нуқтаси орасидаги потенциаллар айирмаси электр кучланиш деб аталади:

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = \frac{A_{ab}}{q_0} = \int_a^b \overline{E} d\bar{l} \quad [B].$$

Электр кучланиш қиймати жиҳатдан бирлик зарядни майдоннинг бир нуқтасидан иккинчи нуқтасига кўчиришда сарфланган ишга тенг.

Кучланиш – вектор катталиқ бўлиб, унинг мусбат йўналиши потенциали юқори бўлган нуқтадан потенциали паст бўлган нуқтага томон олинади, қиймати эса ўзи аниқланаётган нуқталар ҳолатига боғлиқ ва заряд кўчаётган йўлга боғлиқ эмас.

Электр ток

Электр зарядлари эркин ташувчиларининг электр майдони таъсирида тартибли ҳаракати электр ток дейилади.

Электр ток сон жиҳатдан қуйидагича аниқланади:

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt},$$

бу ерда Δq - элементар заряд, Δt – шу зарядни бирор юзадан ўтиш вақти.

Вақт бўйича қиймати ва йўналиши ўзгармайдиган ток ўзгармас ток, вақт бўйича ўзгарадиган ток ўзгарувчан ток деб аталади.

Ўзгармас токнинг қиймати ўтказгич кўндаланг кесимидан 1 с вақт мобайнида ўтадиган электр миқдори ёки заряд билан аниқланади:

$$I = \frac{Q}{t} \quad \left[\frac{Кл}{с} = А \right].$$

Ампер - ўзгармас токнинг шундай қийматики, у чексиз узун ва ингичка ҳамда вакуумда ўзаро 1

м масофада жойлашган иккита ўтказгичдан ўтганда улар орасида қиймати $2 \cdot 10^{-7}$ Н га тенг бўлган куч юзага келади.

Электр токнинг мусбат йўналиши сифатида мусбат зарядларнинг манбанинг «+» қисмасидан «-» қисмасига ҳаракат йўналиши шартли равишда қабул қилинган.

Электр токни узлуксиз ўтиши учун потенциаллар фарқини ҳосил қилувчи манба ва зарядлар ҳаракати учун берк йўл бўлиши шарт.

Ўтказгичларни электр ток билан қандай даражада юкланганлигини баҳолаш учун ток зичлиги тушунчасидан фойдаланилади.

SI SISTEMASIDA ELEKTR VA MAGNIT KATTALIKLAR BIRLIKLARI



Kattaliklar	Shartli belgilar	O`lchov birliklar			SI ning boshqa birliklari orqali ifodalanishi
		Nomlari	O`zbekcha belgi	Xalqaro belgi	
Elektr tok kuchi	I	amper	A	A	
Elektr kuchlanish	U	volt	V	V	$m^2 \cdot kg / A \cdot s^3$
Elektr yurituvchi kuch	E	volt	V	V	Vt / A
Aktiv quvvat	P	vatt	Vt	W	$m^2 \cdot kg / s^3$
Reaktiv quvvat	Q	volt-amper reaktiv	var	var	
To`la quvvat	S	volt - amper	VA	VA	
Elektr energiyasi	W	vatt- soat	Vt·soat	W · h	$m^2 \cdot kg / s^2$
Elektr sig`imi	S	farada	F	F	Kl / V
Elektr qarshiligi	R, r	Om	Om	Ω	$m^2 \cdot kg / A^2 \cdot s^3$
Elektr o`tkasuvchanlik	G	simens	Sm	S	$A^2 \cdot s^3 / m^2 \cdot kg$
Induktivlik va o`zaro induktivlik	L, M	genri	G	H	$m^2 \cdot kg / A^2 \cdot s^2$
Chastota	f	gerts	Gts	Hz	s^{-1}
Burchak tezlik	ω	radian/sekund	rad/s	rad/s	
Elektr zaryad miqdori	Q, q	kulon	Kl	C	$A \cdot s$
Elektr maydon kuchlanganligi	E	volt/metr	V/m	V/m	$m \cdot kg / A \cdot s^3$
Elektr doyimiyasi	ϵ_0	farada/metr	F/m	F/m	$A^2 \cdot s^4 / m^3 \cdot kg$
Magnit oqimi	Φ	veber	Vb	Wb	$m^2 \cdot kg / A \cdot s^2$
Magnit induksiya	B	tesla	T	T	$kg / A \cdot s^2$
Magnit doyimiyasi	μ_0	genri/metr	G/m	H/m	$m \cdot kg / A^2 \cdot s^2$
Magnit maydon kuchlanganligi	H	amper/meter	A/m	A/m	
Magnit yurituvchi kuch	F	amper -o`ram	A	A	
Magnit qarshilik	R_μ	amper/veber	A/Vb	A/Wb	$A^2 \cdot s^2 / m^2 \cdot kg$
Magnit momenti	p_m	amper · m ²	A · m ²	A · m ²	

Электр қувват. Электр токининг қуввати вақт бирлигида бажарилган ишга ёки ш у ишни бажариш учун сарфланган энергияга тенг, яъни

$$P = U \cdot I$$

SI системасида қувватнинг ўлчов бирлиги сифатида ватт (Вт) қабул қилинган.

2. Электр занжир ва унинг элементлари

Электр занжир электр токни ҳосил қилиш ва унинг ўтишини таъминлайдиган қурилма ва объектларнинг мажмуи бўлиб ундаги электромагнит жараёнлар электр юритувчи куч (ЭЮК), ток ва кучланиш тушунчалари билан ифодаланади.

Электр занжир тушунчаси электротехника фанининг таянч тушунчасидир.

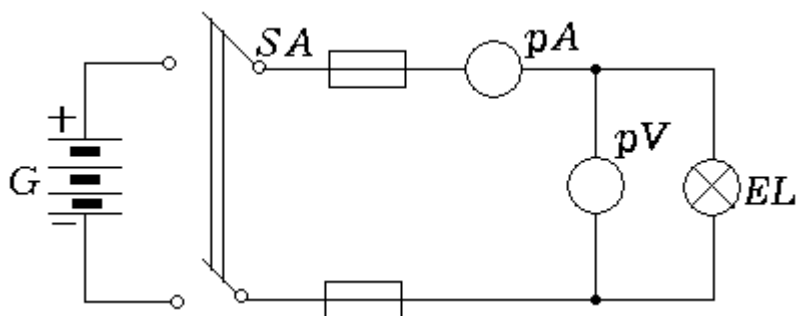
Электр энергия манбаи, истеъмолчи ва уларни ўзаро бирлаштирувчи ўтказгичлар электр занжирнинг асосий элементлари, ўлчаш

асбоблари, улаб-узгичлар ва химоялаш қурилмалари эса унинг ёрдамчи элементлари ҳисобланади. Демак, электр занжир элементи бу электр занжир таркибига кирувчи алоҳида қурилма бўлиб, у занжирда аниқ функцияни бажаради.

Электр занжирнинг элементлари шартли белгилар билан тасвирланади.

Электр занжирнинг элементлари ва уларни ўзаро уланишининг график тасвири электр занжирининг схемаси деб аталади.

1-расмда оддий электр занжирининг схемаси келтирилган.



1 - расм

G – аккумулятор – электр энергия манбаи. У кимёвий энергияни электр энергияга айлантиради. EL – чўғланма лампа – истеъмолчи, унда электр энергияси ёруғлик ва иссиқлик энергияларига айлантирилади. SA – калит, занжирни улаб узади. pA – амперметр, pV – вольтметр. Тўғри чизиқлар – улагич симлар - ўтказгичлардир.

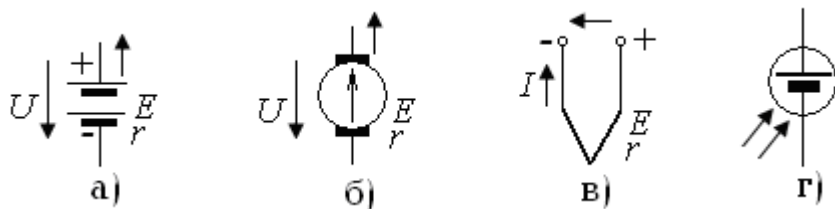
Электр энергия манбаларининг шартли белгилари - схемалари: 2 - а, б, в, г, расмларда келтирган.

Электр энергия манбаларида турли табиатли энергия махсус ўзгартгичлар воситасида электр энергияга айлантирилади.

Ўзгартириладиган энергиянинг турига кўра электр энергия манбалари кимёвий ва физик манбаларга бўлинади. Кимёвий реагентлар орасида оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари ҳисобига электр энергия ишлаб чиқарувчи

манбалар **кимёвий манбалар** дейилади. Кимёвий манбаларга гальваник элементлар, аккумуляторлар ва батареялар киради.

Механик, иссиқлик, электромагнит, ёруғлик, радиацион нурланиш, ядровий парчаланиш энергияларини электр энергияга айлантирадиган қурилмалар **физик манбалар** дейилади. Уларга электр генераторлар, термоэлектр генераторлар, термоэмиссион ўзгарткичлар, магнитогидродинамик (МГД) генераторлар ва қуёш нурланиши ҳамда атом парчаланиш генераторлари киради.



2-расм

а) гальваник элемент,

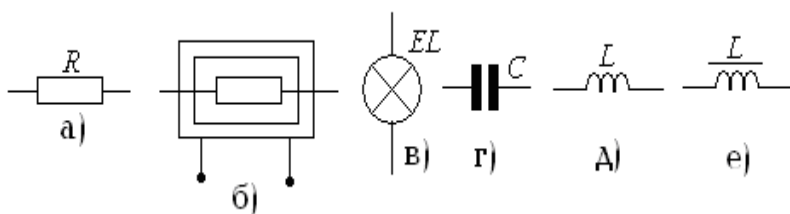
б) доимий магнитли ўзгармас ток электр генератори,

в) термозуфт,

г) фотоэлемент.

Электр энергияси истеъмолчиларининг шартли белгилари-схемалари 3 - а, б, в, г, д, е расмларда келтирган.

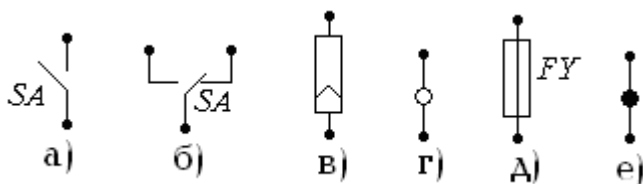
Электр энергия истеъмолчилари (электр моторлар, электр қўралар, иссиқлик асбоблари, чўғланиш лампалари, резисторлар ва б.) электр энергияни бошқа тур энергияга айлантириш учун хизмат қилади.



3-расм

а) резистор, б) электр қиздиргич, в) чўғланма лампа, г) конденсатор, д) индуктив ғалтак, е) ўзакли ғалтак – дроссель.

Электр занжир ёрдамчи элементларининг шартли белгилари-схемалари б-а, б, в, г, д, е-расмларда келтирилган.



4-расм

а) калит (улаб-узгич), б) қайта улагич, в) штепсель (разъём), г) ажратиш мумкин бўлган ўтказгичнинг уланган жойи-қискич, д) эрувчан сақлагич, е) ўтказгичлар кавшарланиб уланган тугун.

Манба билан истеъмолчилар ўзаро ўтказгич симлар ёрдамида бирлаштирилади. Улар электр энергиясини манбадан истеъмолчига кам исроф билан узатади. Электр занжирларига кўпинча

ёрдамчи ва ўлчаш қурилмалари уланади. Улар электр занжири иш ҳолатини (мисол учун сақлагичлар) бошқариш, ўта кучланиш ва катта тоқлардан сақлаш ва ҳ.к. учун хизмат қилади.

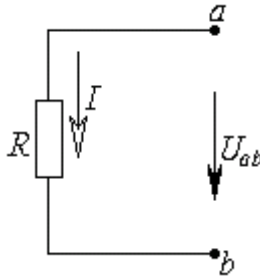
Демак, ҳар қандай электр занжирининг асосий вазифаси электр энергиясини манбадан истеъмолчига узатишдан иборатдир.

Электр занжирдаги электромагнит жараёнлар ЭЮК, ток, кучланиш, қаршилиқ (ўтказувчанлик), индуктивлик, сиғим тушунчалари билан ифодаланади.

3. Электротехниканинг асосий қонунлари

Ом қонуни

Агар занжирнинг бирор қисмида ЭЮК манбаи бўлмаса (5 - расм), у ҳолда ундаги ток билан кучланиш орасидаги боғлиқлик қуйидагича аниқланади:

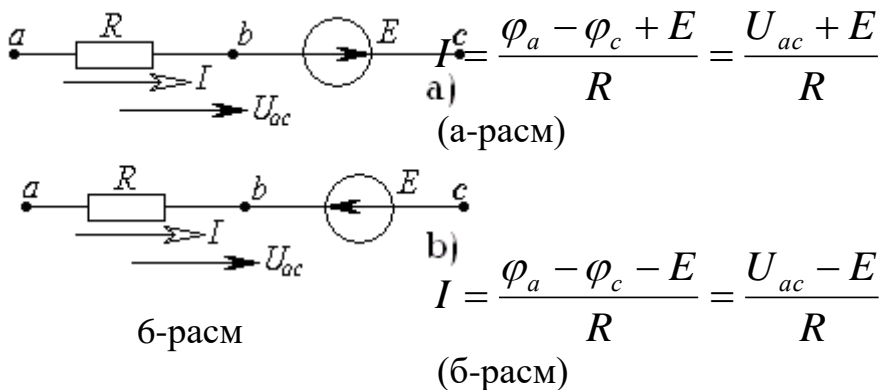


5-расм

$$U_{ab} = RI \quad \text{ёки} \quad I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{\varphi_a - \varphi_b}{R} .$$

Занжирнинг ЭЮК манбали қисми учун Ом қонуни

Агар занжирнинг бирор қисмида ЭЮК манбаи бўлса, у ҳолда бу занжир учун потенциаллар айирмаси ЭЮКнинг йўналишини эътиборга олган ҳолда аниқланади. Ом қонуни эса қуйидагича ифодаланади (6–расм, а):



Умумий ҳолда, яъни электр занжир таркибида бир нечта ЭЮК манбаи ва резисторлар бўлса,

ток $I = \frac{\varphi_a - \varphi_c + \Sigma E}{\Sigma R_{ac}}$ ифодадан

аниқланади.

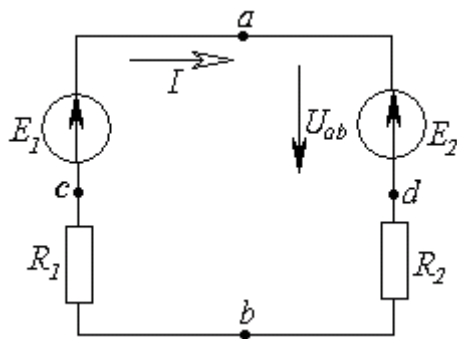
Бу ифода умумлашган Ом қонуни дейилади.

Бир контурли электр занжири учун Ом қонуни қуйидагича ёзилади:

$$I = \Sigma E / \Sigma R$$

бунда ΣR - ички ва ташқи қаршиликларнинг занжир бўйича арифметик йиғиндиси, ΣE - занжирдаги ЭЮКларнинг алгебраик йиғиндиси. Агар ток йўналиши ЭЮК йўналиши билан бир хил бўлса, у ҳолда ЭЮК E мусбат, қарама-қарши йўналишда бўлса, манфий ишора билан олинади.

Масала: тармоқланмаган занжирда (7-расм) ЭЮК $E_1=110$ В, $E_2=48$ В, резистор $R_1=18$ Ом, $R_2=13$ Ом. a ва b нукталар орасидаги кучланишни аниқланг.



7-расм

Ечиш. Токнинг мусбат йўналишини соат миля ҳаракати йўналиши бўйича қабул қиламиз.

Ом қонунига асосан:

$$I = \frac{\sum E}{\sum R} = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{110 - 48}{18 + 13} = 2 \text{ А.}$$

ЭЮК E_1 нинг йўналиши ток I йўналиши билан бир хил бўлгани учун E_1 мусбат ишорада, E_2 йўналиши эса ток I йўналишига тескари бўлгани учун манфий ишорада олинди. Ток йўналиши ихтиёрий қабул қилинади. Агар топилган токнинг қиймати манфий ишора билан чиқса, у ҳолда токнинг ҳақиқий йўналиши дастлаб қабул қилинган ток йўналишига тескари йўналган бўлади.

a ва b нуқталар орасидаги потенциаллар айирмаси U_{ab} ни аниқлаш учун занжирни adb қисмини олиб, унга занжирнинг ЭЮК манбали қисми учун Ом қонуни қўлланилади:

$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_b - E_2}{R_2} = \frac{U_{ab} - E_2}{R_2}, \text{ бундан}$$

$$U_{ab} = E_2 + R_2 I = 48 + 13 \cdot 2 = 74 \text{ В.}$$

Занжирнинг *acb* қисми учун эса

$$I = \frac{\varphi_b - \varphi_a + E_1}{R_1} = \frac{U_{ba} + E_1}{R_1}, \text{ бундан}$$

$$U_{ba} = -E_1 + R_1 I_1 = -110 + 18 \cdot 2 = -74 \text{ В.}$$

Демак, $U_{ab} = 74 \text{ В}$ ёки $U_{ba} = -74 \text{ В}$.

Кирхгоф қонунлари

Ҳар қандай электр занжиридаги жараёнлар Кирхгофнинг 1- ва 2 - қонунлари билан ифодаланади.

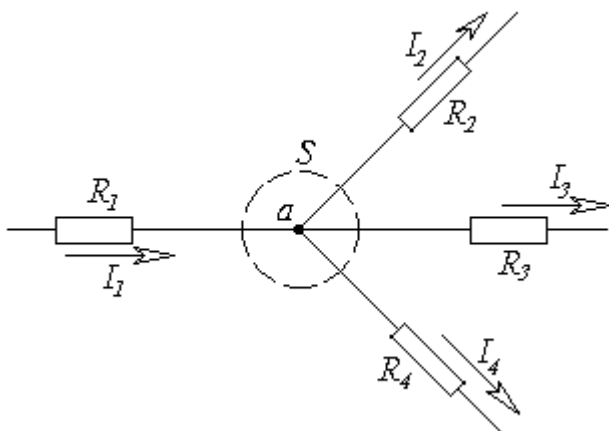
1-қонун. Кирхгофнинг 1 - қонуни занжирнинг тугунларига тегишли бўлиб, унга кўра занжирнинг исталган тугунида тоқларнинг алгебраик йиғиндисини нолга тенг бўлади, яъни:

$$\sum_{k=1}^m I_k = 0$$

ёки электр занжирнинг исталган тугунига кирувчи тоklarнинг арифметик йиғиндиси шу тугундан чикувчи тоklarнинг арифметик йиғиндисига тенгдир, яъни:

$$\sum_{i=1}^m I_i = \sum_{j=1}^q I_j.$$

8 – расмда электр занжирнинг a тугуни кўрсатилган. Агар a тугунга кирувчи тоklar мусбат ишора билан олинса, тугундан чикувчи тоklar ишораси манфий олинади (ёки аксинча).



8-расм

Кирхгофнинг 1 - қонунига асосан:

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0 \text{ ёки } I_1 = I_2 + I_3 + I_4.$$

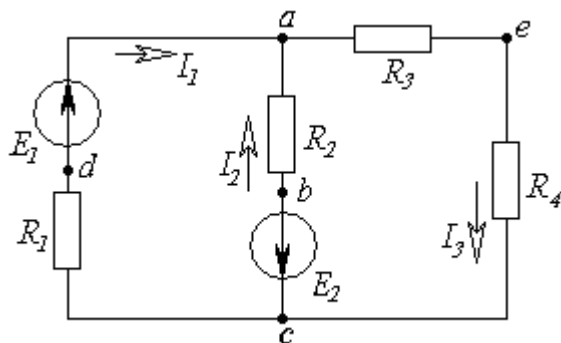
Кирхгоф 1- қонунининг физик маъноси:

электр занжирининг тугунида зарядларнинг ҳаракати узлук-сиздир ва унда зарядлар тўпланиб қолмайди.

2-қонун. Кирхгофнинг 2-қонуни занжирнинг берк контурларига тегишли бўлиб, унга кўра электр занжирининг исталган берк контурида кучланишлар тушувининг алгебраик йиғиндиси шу

контурдаги ЭЮКларнинг алгебраик йиғиндисига тенг, яъни

$$\sum_{k=1}^n R_k I_k = \sum_{i=1}^m E_i .$$



9-расм

Агар контурни айланиб чиқиш йўналиши билан ток ёки ЭЮК йўналиши бир хил бўлса, у ҳолда йиғиндига тегишли ташкил этувчилар «**мусбат**» ишора билан, акс ҳолда эса «**манфий**» ишора билан киради.

Кирхгофнинг 2 - қонунини бошқа кўринишда ёзиш ҳам мумкин: занжирнинг ихтиёрий

контурида кучланишларнинг алгебраик йиғиндиси
нолга тенг:

$$\sum_{k=1}^n U_k = 0 .$$

4. Бир фазали ва уч фазали электр занжирлари

**Бир фазали синусоидал ток чизиқли электр
занжирлари**

Умумий маълумотлар

Амалий электротехникада асосий ролни ўзгарувчан ток ўйнайди. Ҳозирги вақтга келиб деярли барча электр энергия ўзгарувчан ток электр энергияси кўринишида ишлаб чиқарилади. Ўзгарувчан токни ўзгармас токка нисбатан асосий афзаллиги-уни узатишда кучланишни осон ва кам исроф билан ўзгартириш имкониятидир. Бундан ташқари, ўзгарувчан ток генераторлари ва

моторлари ўзгармас ток машиналарига нисбатан тузилиши содда, ишлашда ишончли ва нархи арзон.

Синусоидал ток ва кучланишларнинг амплитудаси, частотаси ва фазаси

Йўналиши ва катталиги даврий равишда ўзгариб турувчи ЭЮК, ток ва кучланиш ўзгарувчан ЭЮК, ток ва кучланиш деб аталади. *Вақт бўйича синусоидал қонуният билан ўзгарувчан ЭЮК, ток ва кучланиш синусоидал ЭЮК, ток ва кучланиш деб аталади.* Синусоидал ток қуйидагича ифодаланади:

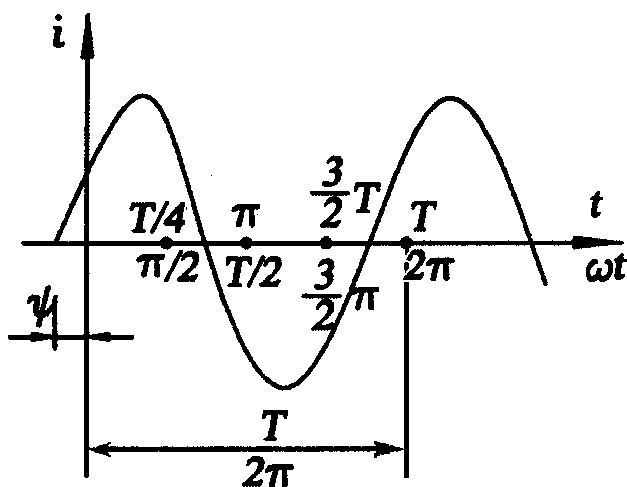
$$i = I_m \sin (\omega t + \psi_i),$$

бунда i - токнинг оний қиймати, I_m - токнинг максимал (амплитуда) қиймати, ω - бурчак частота, ψ_i - бошланғич фаза – фазанинг $t = 0$

пайтдаги қиймати. 10 – расмда синусоидал токнинг ётўлқин диаграммаси келтирилган.

Давр T – бу муайян вақт оралиғи бўлиб, токнинг ўзгариши такрорланади, яъни тўлиқ битта тўлқин ўзгариши кузатилади. Бир секунддаги даврлар сони частота f деб аталади. $f = 1/T$.

$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ -ўзгарувчан токнинг бурчак частотаси рад/сек ёки сек⁻¹ да



10-расм

ўлчанади. Синуснинг аргументи, яъни $(\omega t + \psi_i)$ катталиқ фаза деб аталади.

Фаза тебранишнинг оний t вақтдаги ҳолатини тасвирлайди. Электротехник қурилмалар учун кучланишнинг частотаси стандартлаштирилган. Европада ва мустақил давлатлар ҳамдўстлиги ҳудудларида 50 Гц, АҚШ ва Японияда эса 60 Гц қилиб олинган. Саноатда махсус мақсадлар учун турли хил частотали ўзгарувчан тоқлардан кенг фойдаланилади. Масалан, тезюрар юритмаларда частотаси 200-400 Гц, электрон қурилмаларда-500 Гц – 50 МГц ва ҳ.к. Радиотехника, телевидениеда $3 \cdot 10^{10}$ Гц гача ва саноат электроникасининг кўп қурилмаларида нисбатан кичик миқдордаги энергияни электромагнит тўлқинлар воситасида симсиз узатиш учун юқори частотали ўзгарувчан тоқлар зарур. *Ҳар қандай синусоидал ўзгарувчан функция учта катталиқ билан аниқланади: амплитуда қиймати, бурчак частотаси ва*

бошлангич фазаси. Паст частотали синусоидал ЭЮК ва тоқлар синхрон генераторлар ёрдамида ҳосил қилинади. Юқори частотали синусоидал ЭЮК ва тоқлар эса ярим ўтказгичли генераторлар ёрдамида олинади.

Уч фазали занжирлар

Умумий маълумотлар

Электр энергия асосан уч фазали манбалар, узатиш линиялари ва истеъмолчилар ёрдамида ишлаб чиқарилади, узатилади ва истеъмол қилинади. Бу ҳолат уч фазали тизимларни бир фазалиларга нисбатан қуйидаги бир қатор афзалликлари билан изоҳланади:

1. Электр энергия уч фазали тоқлар системаси кўринишида узатилганда бир фазали ток кўринишида узатилгандагига нисбатан қарийб 50% рангли металл тежалади;

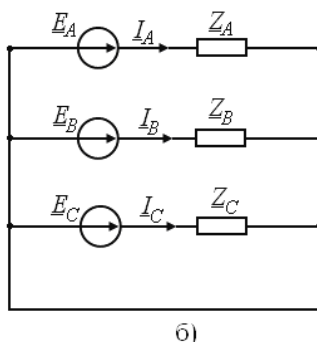
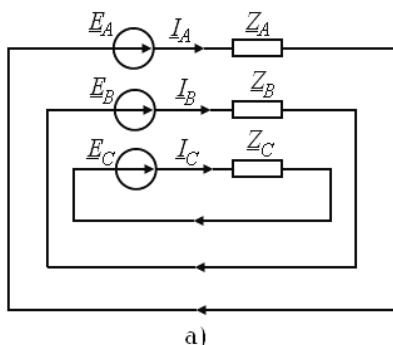
2. Уч фазали токлар системаси тузилиши жиҳатдан содда, яхши иш характеристикаларига эга бўлган, ишлашда ишончли ва арзон ҳамда бир неча 10 *Bt* дан 100 *кВt* ва ундан катта қувватли моторлар, трансформаторлар ва бошқа қурилмаларни яратиш имконини беради;

3. Уч фазали симметрик ва тўрт симли носимметрик системада бир–биридан $\sqrt{3}$ га фарқ қилувчи иккита кучланишдан фойдаланиш мумкин бўлади.

Уч фазали занжирларни ҳисоблаш бир фазали синусоидал ток занжирларини ҳисоблашга ўхшаш бўлса-да, занжирда бошланғич фазалари ҳар хил бўлган бир нечта ЭЮК ва токлар иштирокини ҳисоблашни анча мураккаблаштиради.

Уч фазали тизимлар. Уч фазали синхрон генератор

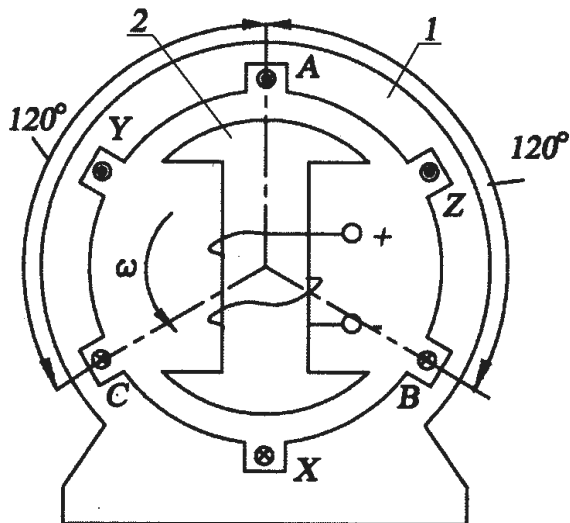
Бир хил частотали ва фазалари бўйича ўзаро силжиган синусоидал ЭЮК лар таъсирида бўлган учта занжирлар мажмуаси синусоидал ток уч фазали тизимлари деб аталади. Агар уч фазали тизимни ҳосил қилувчи занжирлар электр жиҳатдан ўзаро уланмаган бўлса, у ҳолда бундай тизим боғланмаган уч фазали тизим деб аталади (11 а-рasm). Амалиётда кўпинча боғланган уч фазали тизимлар қўлланилади. Бунда токларни манбага қайтиши учун учта эмас, балки кўпи билан битта симдан фойдаланилади (11 б-рasm).



11-расм

Уч фазали тизимларни биринчи бўлиб машхур рус олими М. О. Доливо-Добровольский (1862-1919) яратган. 1891 йилда бу олим уч фазали тизимларнинг барча бўғинлари—генератор, трансформатор ва моторларни ишлаб чиққан.

Уч фазали ток электр энергияси уч фазали синхрон генераторлар ёрдамида ишлаб чиқарилади. Бу генератор асосан иккита қисмдан - кўзгалмас статор 1 ва айланувчан ротор 2 дан иборат бўлади (12- расм).



12-расм

Ротор чулғами ўзгармас ток манбаидан таъминланади ва ушбу ток ротор ва статорни кесиб ўтувчи доимий магнит оқимини ҳосил қилади.

Статорда бир-биридан 120^0 га силжиган учта чулғам жойлаштирилади. 12-расмда бу чулғамлар статорнинг учта диаметрал қарама-қарши пазларида жойлаштирилган ҳолатда кўрсатилган.

Чулғамлар бошлари A, B, C , охирлари эса X, Y, Z ҳарфлари билан белгиланади.

Электромагнит индукция қонунига кўра бу чулғамларда қийматлари тенг ва фазалари бўйича ўзаро 120° (даврнинг учдан бир бўлаги)га силжиган синусоидал ЭЮК лар тизими ҳосил бўлади, яъни

$$e_A = E_m \sin \omega t ,$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) ,$$

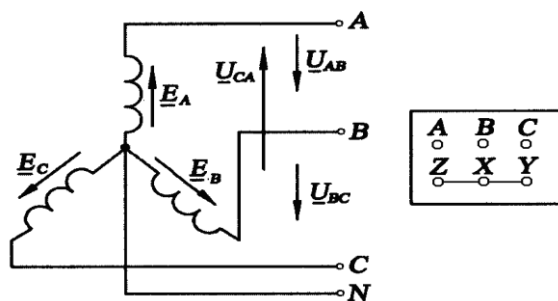
$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ) .$$

Уч фазали занжирларнинг уланиш схемалари

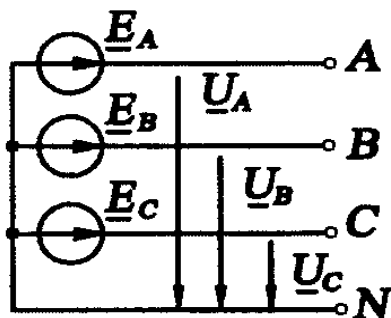
Уч фазали занжирларда генераторлар, моторлар, трансформаторлар чулғамлари ва истеъмолчилар асосан юлдуз ва учбурчак схемалари бўйича уланади.

Агар генератор чулғамларининг учлари ўзаро уланса, у ҳолда юлдуз схема ҳосил бўлади (13 а-

расм). Бунинг учун электр машина ва трансформаторлар чулғамлари учларини сим билан улаш етарли бўлади (13 б-расм).



а) б)



в)

13- расм

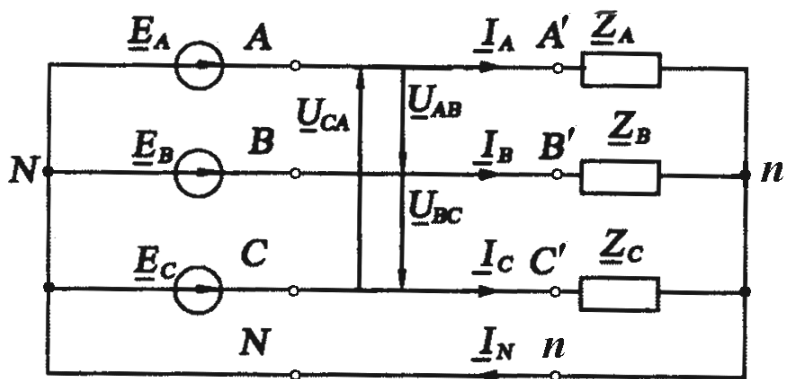
Фаза чулғамларининг учлари ўзаро уланган умумий нукта генератор нейтрал нуктаси деб аталади ва N ҳарфи билан белгиланади. Схема

кўринишини соддалаштириш мақсадида генератор фазаларини ўзаро 120° бурчак остида эмас, балки параллел жойлаштирамиз (13 в-расм).

Уч фазали занжирда юклама ҳам юлдуз схемасида уланиши мумкин. Истеъмолчилар фазалари ўзаро уланган умумий нуқта истеъмолчилар нейтрал нуқтаси n , уни генератор нейтрал нуқтаси билан улаб турувчи Nn сим нейтрал сим деб аталади (14- расм). Нейтрал сим фазалар кучланишларининг ўзаро боғлиқсизлигини таъминлайди.

Генератор ва истеъмолчи мос фазаларини уловчи AA' , BB' , CC' симлар линия симлари, улардаги I_A , I_B , I_C тоқлар эса линия тоқлари деб аталади. Линия симлари орасидаги U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} кучланишлар линия кучланишлари деб аталади. Линия симларидаги тоқларнинг мусбат йўналиши генератор (манба)дан юклама (истеъмолчи)га томон, нейтрал симдаги тоқнинг мусбат

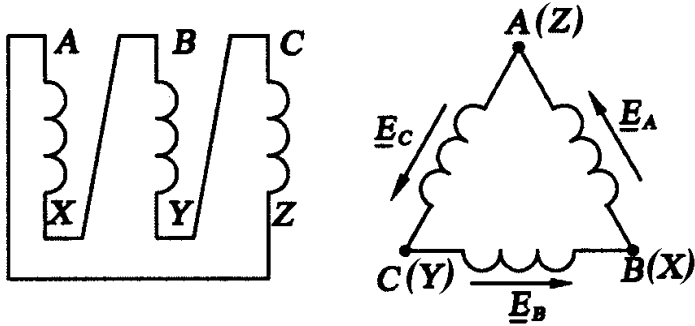
Йўналиши эса юкламадан генератор томон олинади. Генератор фаза чулғамларидан ёки истеъмолчилардан ўтаётган тоқлар фаза тоқлари деб аталади. 14-расмдан кўриниб турганидек, юлдуз схемада линия тоқлари фаза тоқларига тенг бўлади.



14-расм

Уч фазали генератор фаза чулғамларини учбурчак схемаси бўйича улаш учун улар ўзаро кетма-кет уланади (15 а, б- расм). Учбурчак уланганда чулғамлар берк контур ҳосил

қилсада, контурдаги ток нолга тенг, чунки ЭЮК лар геометрик йиғиндиси нолга тенг бўлади.



а)

б)

15-расм

Учбурчак схемасида фаза кучланиши унга мос линия кучланишига тенг, яъни $U_\phi = U_L$.

Электроэнергетикада генератор чулғамлари ҳамда юкларнинг «юлдуз-учбурчак», «учбурчак-юлдуз», «юлдуз-юлдуз», «учбурчак-учбурчак» схемалари кенг қўлланилади.

3 – Маъруза: Электр энергия манбалари

Режа:

1. Электр энергия манбалари
2. Электр энергия манбаларининг телекоммуникация ҳамда алоқа тизимларидаги ўрни
3. Бирламчи ва иккиламчи электр таъминот манбалари

1. Электр энергия манбалари

Алоқа корхоналарини электр энергия билан таъминлашда, аввал унинг электр таъминоти қурилмаси ишлаб чиқилади. Электр таъминоти қурилмасини ишлаб чиқишда асосий техник кўрсаткичлар талаб қилинади.

Электр таъминоти тизимларини ҳисоблашда, техник кўрсаткичлари билан биргаликда қўйидаги маълумотлар ҳам кўрсатилади:

1. Лойиҳалаштирилаётган қурилманинг вазифаси.

2. Электр тармоғининг номинал кучланиши ва ток частотаси.

3. Тўғриланган кучланиш ва токнинг номинал қийматлари.

4. Ўзгармас кучланишнинг тўғрилаш оралиғи.

5. Юкламадаги ток ва тармоқ кучланишининг ўзгариш чегаралари.

6. Чиқиш кучланишининг рухсат этилган ўзгариш чегаралари (тўғрилагичлар ва стабилизаторлар).

7. Номинал юкламадаги тўғрилагич ва стабилизаторлар чиқишидаги рухсат этиладиган пульсация коэффициенти.

8. Конструктив ва эксплуатацион талаблар.

9. Иқлимий шартлар (максимал ва минимал ҳарорат, намлик ва ўраб турган атроф муҳит).

10. Механик шартлар (вибрация, силкиниш).

Электр таъминоти қурилмаларини лойиҳалаштиришда рационал схемалар танланади, унинг кўрсаткичлари аниқланади, эксплуатацион характеристикаси, ишлаб чиқиш конструкцияси танланади, массаси, ҳажм ўлчамлари ва қурилманинг таннархи аниқланади.

Ўзгармас кучланиш манбаларини ишлаб чиқаришда қўйидаги лойиҳалаштириш кетма-кетлиги тавсия этилади:

1. Қурилманинг тузилиш схемаларини қуриш (ёки блок схемалар), қурилманинг таркибини аниқлаш.

2. Тузилиш схемаларини ҳисоблаш.

3. Тўғрилагич қурилмасининг бошланғич ҳисоби (трансформатор, филтр).

4. Тўғрилагич ва фильтр схемаларини танлаш.

5. Тўғрилагични ҳисоблаш.

6. Фильтрни ҳисоблаш.

7. Трансформаторни ҳисоблаш.

8. Ишга тушириш ва ростлаш қурилмасини ҳисоблаш.

9. Тўғрилагич қурилмасининг охириги ҳисоби.

10. Стабиллаш схемасини ҳисоблаш.

11. Иқтисодий арзон электр таъминоти манбаи схемасини ҳисоблаш.

12. Бошқариш схемасини ҳисоблаш.

13. Ташқи қурилмалар билан мослашиш схемасини ҳисоблаш.

14. Таъминот манбаини самарадор характеристикаси ва техник параметрларини аниқлаш.

15. Таъминот манбаини иқтисодий кўрсаткичларини баҳолаш.

Барча ҳисоблар қилингандан сўнг электр таъминот тизимининг тўлиқ принципиал электр схемасини элементлар рўйхати билан тузиш ва конструкторлик хужжатларини ва техник шартларини ишлаб чиқиш керак бўлади.

Электр таъминоти манбаларининг тузилиш схемалари функционал электрли, эксплуатациявий ва конструктив-технологияли талаблар асосида курилади.

Электрон курилмалар ва иккиламчи таъминот манбалар истеъмолчилари кўп ҳолларда бир неча курилма ва блоклардан ташкил топади. Бу курилма ва блоклар ҳар хил номиналлардаги ток ва кучланишларни талаб қилади. Шундан маълумки, таъминот манбаини куришнинг қўйидаги уч асосий ёндашуви мавжуд:

- марказлаштирилган электр таъминот манбаи схемаси;

- марказлаштирилмаган ёки тақсимланган электр таъминот манбаи схемаси;

- ҳар хил турдаги жамланган электр таъминот манбаи схемаси.

Марказлаштирилган электр таъминот манбаи схемасида (1-расм) ҳамма кучланишлар умумий битта блокда ишлаб чиқарилиб истеъмолчиларга узатилади. Бундай марказлаштирилган электр таъминот манбаи схемаси ихчамлаштирилган қурилмаларда кенг қўлланилади. Марказлаштирилган таъминот манбаи схемаси бошқа таъминот манбаи схемаларига қараганда ихчам ва иқтисодий арзон ҳисобланади. Лекин, марказлаштирилган электр таъминотида ўтказгичлардаги йўқотишлар ошади ва умумий манба орқали қурилмалар ўртасида халақитли алоқа пайдо бўлади.

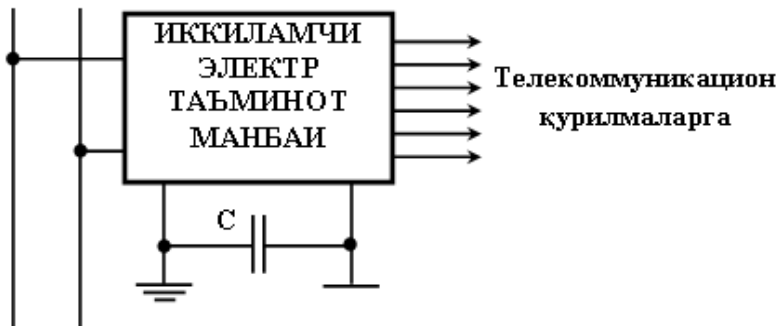
Марказлаштирилмаган ёки тақсимланган электр таъминот манбаи схемасида (2-расм)

алоҳида тугун ва блок қисмларини энергия билан таъминлашда шахсий таъминот манбалари қўлланилади ёки унинг қисмлари бўлган ўзгартиргичлар ва стабилизаторлар марказий тақсимлаш қурилмаси орқали ўзаро боғланган ҳолда бўлади. Тақсимланган электр таъминот манбаи схемаси афзалликлари қўйидагилардан иборат:

- алоҳида тугунларнинг халақитлардан ҳимояланганлиги;
- турли истеъмолчи қурилмалари учун юқори таъминот характеристикаларига эришиш мумкин.

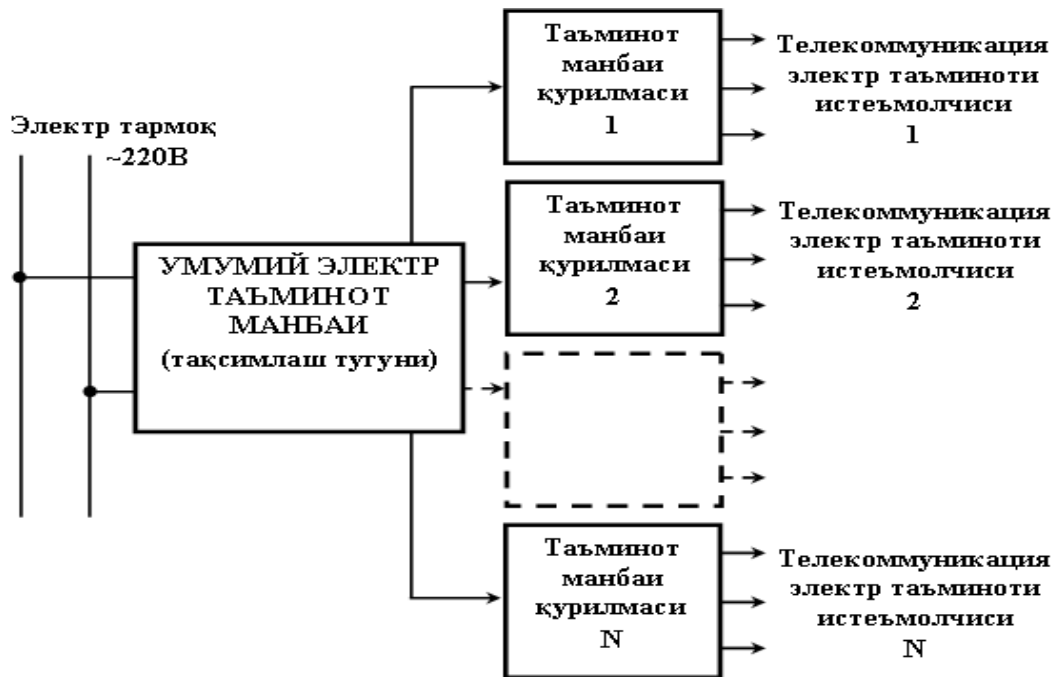
Электр тармоқ

~220В

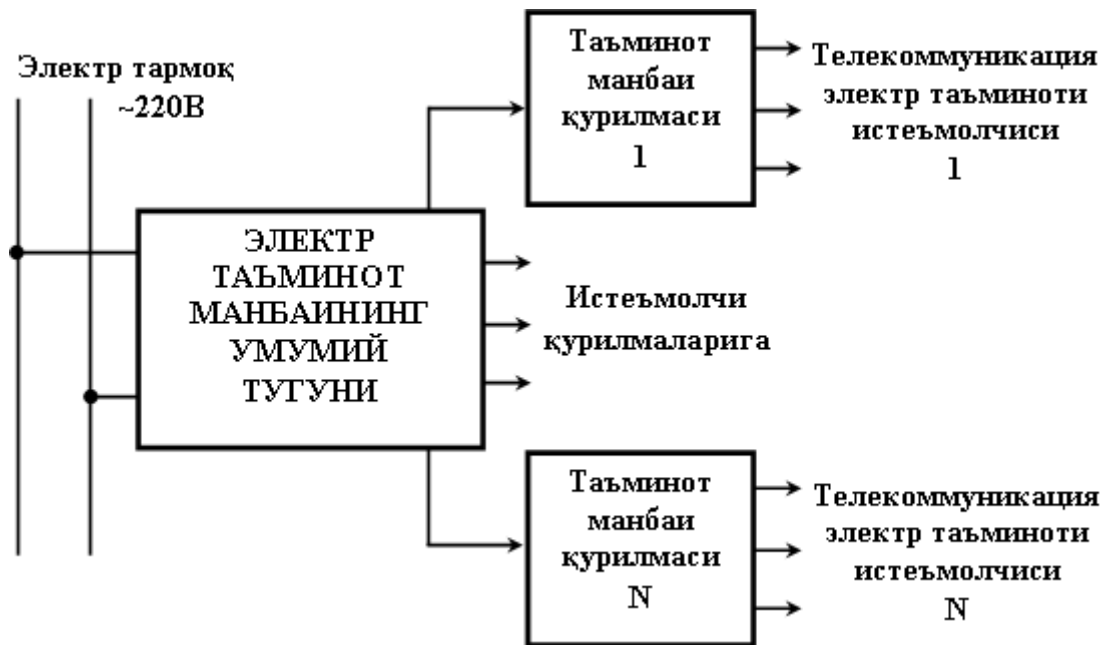


1-расм. Марказлаштирилган электр таъминот
манбаи схемаси.

Ҳар хил турдаги, жамланган электр таъминот манбаи схемасида (3-расм) ҳам юқорида айтиб ўтилган марказлаштирилган ва тақсимланган электр таъминот манбаи схемаларидаги жараёнлар бўлади. Бунда айрим блоklar марказлаштирилган электр таъминоти манбаидан электр энергияси билан таъминланса, қолган блоklar учун эса алоҳида қўшимча стабилизаторлар, ўзгартиргичлар ва бошқа элементлар ишлатилади.



2-расм. Тақсимланган электр таъминот манбаи схемаси.

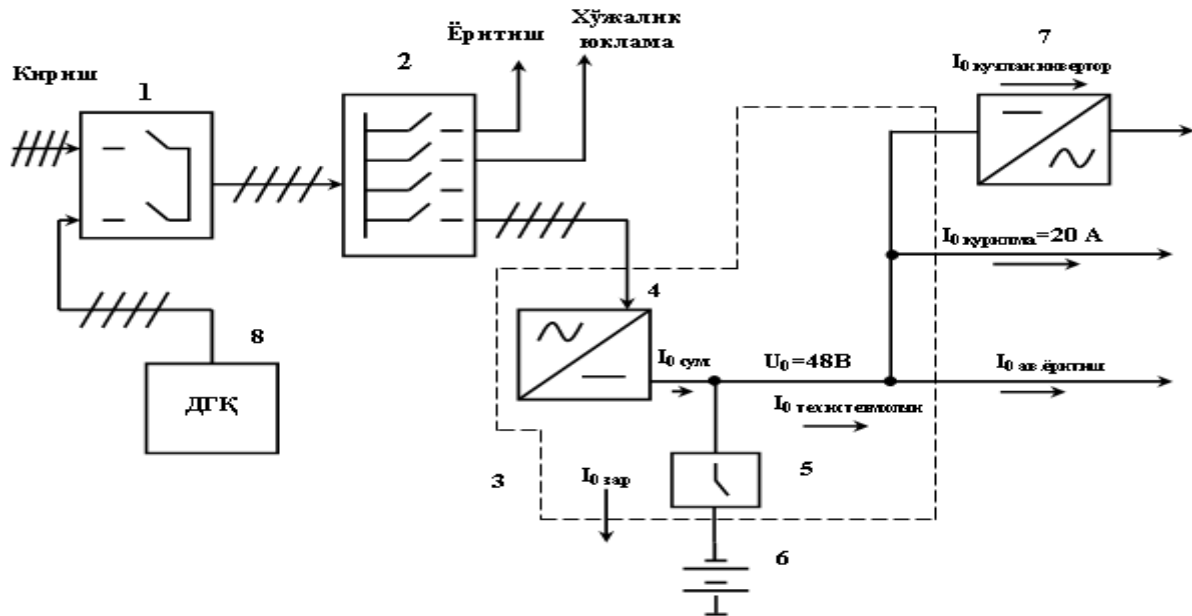


3-расм. Жамланган электр таъминот манбаи схемаси.

48 В кучланишли автоматлаштирилган электр таъминоти манбалари

Ўзгарувчан ток энергияси билан биргаликда ўзгармас электр энергиясини ҳам истеъмол қилади. Курилмалар томонидан электр таъминоти манбаларига қўйиладиган талаблар ортиб бормоқда. Ҳозирда курилмалар 24, 48, 60, 220, 380, 6000 ва 1000 В кучланишларда ишлайди. 4-расмда 48 в кучланишли автоматлаштирилган электр таъминотининг функционал схемаси келтирилган. Бирламчи тармоқ кучланиши тўртта ўтказгичдан иборат бўлиб, у станциянинг кириш-таксимлаш курилмасига (А,В,С уч фазага ўтказгич ва нейтрал ўтказгич N) уланган. Кириш-таксимлаш курилмасига (1) узлуксиз электр энергияси билан таъминлаб бериш учун захира двигател-генератор курилмаси уланган. Тўғрилагич модули (4) бир фазага ўтказгичлар

гуруҳини ташкил қилиб, кириш тармоғининг нейтрал ўтказгичлари ва фазаларидан бирига, чиқиши эса назорат ва ҳимоя аккумулятор батарея блоки билан боғланган. Электр таъминоти қурилмаси чиқишлари истеъмолчиларнинг талабларига мос равишда тақсимланган. Электр энергияни тақсимлаш қурилмасида ўлчаш асбоблари (амперметр, вольтметр, ваттметр) ўрнатилган бўлиб, у тармоқдаги кучланишнинг пасайиши ёки ортишини автоматик тарзда назорат қилиб туради. Тармоқда кучланиш бўлмаган вақтида аккумулятор батареяси (6) боғлаш қурилмаси (5) орқали ишга тушади.



4-расм. 48 В кучланишли автоматлаштирилган электр таъминотиниң функционал схемаси

2. Электр энергия манбаларининг ўрни

Халк хужалиги кўп энергия талаб қилувчи соҳа бўлиб, тизимнинг ишлашига кетадиган энергия учун кўп сарф талаб қилинади. Бунда, истеъмол қилинадиган энергиянинг катта қисми соҳанинг технологик жараёнлари (сигналларни кучайтириш ва узатиш, тебранишларни генерациялаш, сигналларни қайта ишлаш, абонентлар орасидаги алоқани ўрнатиш ва ҳ.к.) учун сарф бўлади. Электр қурилмаларининг иш сифати кўп жиҳатдан электр энергияси манбаларининг ишончлилиги орқали аниқланади. Электр таъминот манбаи таъминот тармоғидаги авария ҳолатида ҳам алоқа қурилмаларининг узлуксиз ишлашини таъминлаши талаб қилинади. Бу икки омиллар (энергия сарфи ва энергия сифати) ҳам йирик алоқа тугунлари (телемарказлар, телефон станциялари ва ҳ.к.), ҳам алоҳида электрон қурилмалар электр

таъминоти манбалари, тизимлари элементларини ва тузилмасини аниқлайди.

ЭТМ электрон қурилмалар, асбоблар, тизимларнинг таркибий қисми сифатида кўп жиҳатдан уларнинг техник тавсифларини аниқлайди. Ҳозирда замонавий компьютерлар, электрон ва оптик толали автомат телефон станциялари (АТС) ҳажмининг 20...30 фоизини ЭТМлар ташкил қилади, шунинг учун уларнинг келажакда такомиллаштирилиши ЭТМларнинг такомиллаштирилишига боғлиқ. ЭТМлар тавсифларини кейинги яхшилаш янги физик самаралардан ва электрон техниканинг янги элементларидан фойдаланишни талаб қилади.

Йирик электр таъминоти тизимлари соҳасида уларнинг такомиллаштиришнинг энг илғор йўналиши металлларнинг ишлатилишини камайтириш (айниқса қимматбаҳо рангли металлларни) ва энергияни ўзгартиришда қувват

исрофларини камайтириш (фойдали иш коэффициентини ошириш) ҳисобланади. Афсуски, бунда маълум чеклашлар мавжуд. Хусусан, АТСлар электр таъминоти учун 200...400 А токли замонавий тўғрилагичлар ФИК и 90 фоизларга етади.

Фанни ривожланиши электрон техника ютуқларига боғлиқ. Бинобарин, ярим ўтказгичли техниканинг тараққиёти ярим ўтказгичли асбоблардаги нисбатан юқори тоқларда ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш муаммосини самарали ечишга имкон берди. Алоқа соҳасида ишлаб чиқаришда тўлиқ кремнийли диодлар асосидаги тўғрилаш қурилмаларини ишлаб чиқаришга ўтилди. Катта қувватли тиристорли калитларнинг пайдо бўлиши тўғрилагичларни такомиллаштириш, қурилманинг чегаравий қувватларини ошириш, фойдали иш коэффициенти ва уларни

автоматлаштириш даражасини оширишга имкон берди.

Тўғрилаш техникасининг такомиллашиши билан бир қаторда ўзгармас кучланишни ўзгарувчан кучланишга ва бошқа қийматдаги ўзгармас кучланишга ўзгартириш ҳам ривожланди. Бу йўналиш бошқариладиган ярим ўтказгичли калитлар бўлган транзисторларларга тўлиқ асосланди. Бугунги кунда транзисторлар тиристорлар билан коммутацияланадиган тоқлар қийматлари бўйича рақобат қилади, уларнинг ишлаш тезлиги эса тиристорларга нисбатан икки марта юқори. Кўп вақт транзисторларнинг имкониятлари ток бўйича кичик кучайтириш коэффициентлари қиймати ва уларнинг кучсиз юкланиш қобилияти билан чегараланди. Майдоний транзисторларнинг пайдо бўлиши ва янги технологияларнинг ўзлаштирилиши бошқариш элементи қувватли транзисторлар,

кучланиш ва ток бўйича юкланишлардан ҳимояни ўз ичига олган “мақсадли” калитлар ва бутун модулларни яратиш имкониятини берди.

Бу технология бўйича электр таъминоти тизимини модулли лойиҳалаштиришни таъминлайдиган ўзгартириш қурилмаларининг функционал жиҳатдан тугалланган қатор кўплаб бошқариш ва назорат қилиш қурилмалари ишлаб чиқилди.

3. Бирламчи ва иккиламчи электр таъминот манбалари

Электр энергия манбалари бирламчи (БТЭМ) ва иккиламчи электр таъминоти манбаларига (ИЭТМ) бўлинади.

БЭТМларга ҳар хил турдаги энергияларни (механик, иссиқлик, кимёвий, қуёш ва ҳ.к.) бевосита электр энергиясига айлантирувчи ўзгартиргичлар киради, яъни электромашина

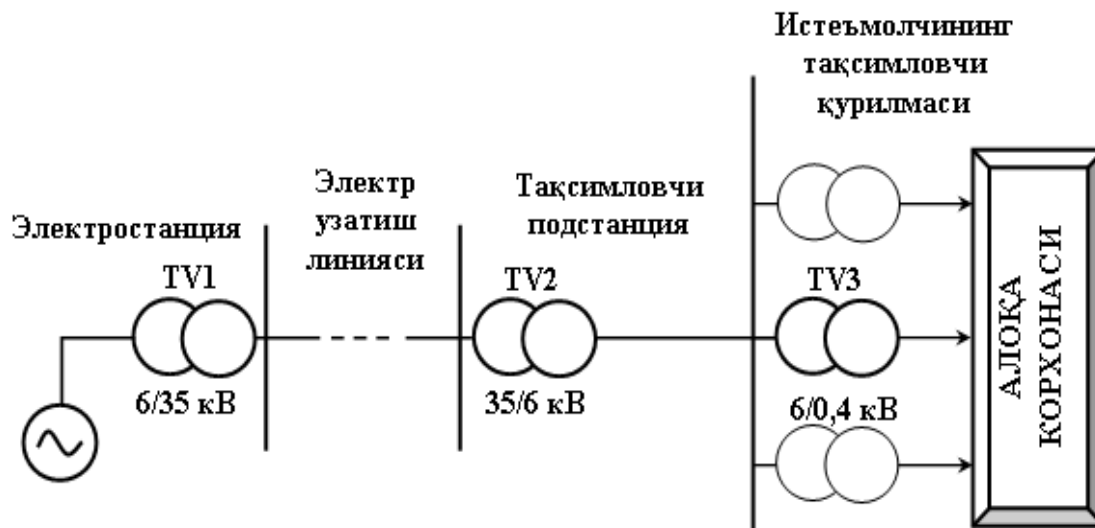
генераторлари, гальваник элементлар, қуёш батареялари ва ҳ.к.

ИЭТМларга бир турдаги электр энергияни иккинчи турдаги электр энергиясига айлантириб берувчи ўзгартиргичлар (трансформаторлар, тўғрилагичлар, стабилизаторлар, ИЭТМлар ва ҳ.к.) киради.

Электр таъминоти асосан энергия тизими ёки маҳаллий электростанция орқали амалга оширилади. Корхоналари аппаратураларининг электр таъминоти турли электр таъминотини амалга оширувчи иншоатлар мажмуаси бўлган электр қурилма орқали амалга оширилади. Корхона электр қурилмаси таркибига трансформатор подстанцияси ва электр таъминот тизими киради.

Электр энергияси таъминоти тизими бу ўзаро электр тармоқ линиялари орқали бир-бирлари билан боғланган, электростанциялар,

подстанциялар ва электр энергия қабуллагичлари мажмуалари тўпламидир.



5-расм. Электр энергияси тизимининг тузилиш схемаси

Электр энергияси тизимининг тузилиш схемасидан кўриниб турибдики, электростанцияда генератор ишлаб чиқараётган электр энергияси TV1 трансформатор ёрдамида 6 кВли кучланишдан 35 кВли кучланишгача орттирилади ва электр узатиш линияси орқали TV2 тақсимловчи подстанцияга берилади. Бу трансформатор орқали 35 кВли кучланиш 6 кВли кучланишгача пасайтирилади ва истеъмолчининг (алоқа корхонасининг) TV3 трансформаторларига узатилади. TV3 трансформатор ёрдамида 6 кВли кучланиш истеъмолчи учун зарур бўлган 380/220, 220/127 Вли кучланишларга айлантирилади. Кўриниб турибдики, электр энергияси истеъмолчига етиб келгунча уч маротаба ўзгартирилмоқда. Амалиётда ўзгартиришлар сони бундан ҳам кўп бўлиши мумкин.

4 – Маъруза. Электр энергия манбалари турлари.

Режа:

1. Қайта тикланувчи энергия манбалари
2. Қайта тикланмайдиган энергия манбалари

Қайталанувчи энергия манбалари. Бирор жисм (қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатида) ўз энергиясини, энергияни бошқа турга айлантирувчи мосламага узатиб яна ҳаракатда бўлса ҳамда ўз энергиясини хоҳлаган марта узатиб ўзи йўқолиб кетмаса бундай манбага **қайта тикланувчи энергия манбалари** дейилади (шамол, қуёш, сув сатҳининг кўтарилиб тушиши, тўлқинлар, кичик- ва мини-ҳамда микроГЕСлар, геотермал, космик, биоёқилғи, водород ва квант).

Қайталанмайдиган энергия манбалари.

Органик ёқилғилардан бир марта фойдаланилгандан сунг ундан кайта фойдаланиб булмайдди. Шунинг учун уларни **қайталанмайдиган энергия манбалари** ҳам деб аталади (органик ёқилғилар-нефт маҳсулотлари, тошкўмир ва бошқа ҳар хил қаттиқ ёқилғилар, газ, атом ва бошқалар).

Анаънавий энергия манбалари. Амалий жиҳатдан бошқа энергия турларига караганда электроэнергия олиш осон ва ишлаб чикилган электро-энергияни узок масофаларга узатиш имкони булган манбаларига анаънавий энергия манбалари дейилади (органик ёқилғилар-нефт маҳсулотлари, тошкўмир ва бошқа ҳар хил қаттиқ ёқилғилар, газ, атом ва бошқалар).

Ноанаънавий энергия манбалари. Органик ёқилғиларда ишлайдиган анаънавий энергия манбалари ўрнини босиб электр энергияси (ёки

бошқа зарур турдаги энергия) олиш имконини берадиган, ҳозирча кенг қўлланилмайдиган усул, қурилма ёки иншоотларга ноанаънавий энергия манбалари дейилади (шамол, қуёш, сув сатҳининг қўтарилиб тушиши, тўлқинлар, кичик- ва мини-ҳамда микроГЭСлар, геотермал, космик, биоёқилғи, водород ва квант).

**Иссиқлик, гидравлик ва
гидроаккумулясион, тўлқинлар, геотермал,
атом, қуёш, шамол, биомасса ва бошқа энергия
турлари.**

Иссиқлик электростанциялари (ИЭС), органик ёқилғилар(қўмир, нефт маҳсулотлари ва газ)ни ёқиш натижасида ҳосил бўладиган иссиқлик энергиясини электроэнергияга айлантириб берувчи энергетик агрегатлардир. Органик ёқилғилардан бир марта

фойдаланилгандан сунг ундан қайта фойдаланиб бўлмайди.

Шунинг учун уларни қайталанмайдиган энергия манбалари ҳам деб аталади.

Қайталанмаганлиги учун улардан тежаб-тергаб фойдаланиш ҳамда уларнинг ўрнини босадиган бошқа арзон электроенергия олиш мумкин булган усуллардан фойдаланиш лозим. Шунинг билан бир каторда, иссиқлик электростансияларининг чиқиндилари атроф-муҳитга катта зарар этказди.

Атом электростанциялари (АЭС) атом (ядро) энергиясини электроен-ергияга айлантириб беради. Атом реактори энергия генератори ҳисобланади. АЕС ядро ёқилғиси(ўран, плутоний ва бошқалар)да ишлайди. Ядро ёқилғисининг захиралари органик ёқилғилар захираларидан катта миқдорда кўпдир.

Сув энергияси. Гидроэлектростансиялар (ГЭС) – гидротехник иншоотлар ва энергетик жихозлар мажмуасидан иборат бўлиб, уларнинг ёрдамида сув оқими энергияси электроэнергия айлантириб берилади. ГЭСларни куриш натижасида ҳам атроф муҳитга зарар этказилади: дарёлар оқими тўсилиши билан уларнинг ўзани ўзгариб кетади, жуда катта майдон сув остида қолади, флора ва фаунага катта зарар этказилади. Иссиқлик энергетикасига қараганда сув оқими энергиясининг асосий хусусиятларидан бири, унинг қайталаниб туришидир.



Катта босимли ГЭС

ГЭСларнинг яна бир тури, насос ва турбиналар бир-бирига жойлаштирилиб ишлатиладиган **гидроаккумуляцион ГЭСлардир**. Бундай ГЭСларнинг юқори бефи сув омбори ёки дарё бўлиши мумкин. Юқори беф сифатида юқорида жойлашган кўл (оқмайдиган) ёки махсус сунъий қурилган кичик сув омбори бўлиши мумкин.

Тўлқинлар энергияси. Тўлқинлар энергияси икки турга бўлинади: тўлқинлар энергияси ва сув сатҳининг кўтарилиб-тушиш энергияси. Океан ва денгизлардаги тўлқинлар энергиясидан фойдаланиш, К.Е.Сиалковский томонидан 1935 йилда таклиф қилинган. 1985 йилда дунёда биринчи марта Норвегияда 850 кВт қувватли тўлқинлар электростансияси ишга туширилган. Ҳозирги кунда дунёдаги барча тўлқинлар электростансиялари ишглаб чиқарадиган қувват, дунёда ишлаб чиқариладиган қувватнинг 1 % ни ташкил қилади.

Кам қувват ишлаб чиқарилишининг асосий сабаби, унинг жуда қимматлигидир.

Қуёш, эр ва ойнинг бир чизикда туриб қолган вақтида океан ва денгизлардаги сув сатҳлари кўтарилиб тушади. Мана шу табиатда содир бўладиган жараёндан фойдаланиб ҳам электроэнергия ишлаб чиқариш мумкин. Бунинг

учун денгизнинг бирор кўлтиғи тўғон билан беркитилади. Сув сатҳи кўтарилганда, тўғон танасига жойлаштирилган гидроагрегатлардан сув кўлтиққа ўтади ва маълум миқдорда электроэнергия ишлаб чиқарилади. Денгиздаги сув сатҳи тушганда кўлтиқдаги сув денгизга гидроагрегатлардан ўтказилади ва яна маълум миқдорда электроэнергия ишлаб чиқарилади. Шундай қилиб цикл такрорланайверади.

Геотермал энергия. Ер қаърида жуда катта иссиқлик миқдори мавжуд. Ундан жуда арзон ва экологик зарарсиз битмас-туганмас энергия олиш мумкин ҳисобларга кўра, эр бағрида тўпланган иссиқликдан олинadиган энергия, эр юзидаги ҳамма органик ёқилғи захирасидан олинadиган энергиядан бир неча баробар кўп экан. Аммо бу иссиқлик энергияси фақатгина ер остидаги қайноқ сувлардан олинади холос.

Шамол энергияси. Буғ двигателлари пайдо бўлгунча, Англия, Германия, Франция, Дания, Голландия ва бошқа мамлакатларда шамол энергиясидан жуда катта масштабда саноатда ва қишлоқ хўжалигида кўлланиб келинган. Шамол энергиясидан фойдаланиш бўйича олиб борилаётган ҳозирги ишлар, катта алоҳида шамол генераторлари яратиш ва уларнинг энергиясидан ишлаб турган энергия тармоқларига улашдан ва асосий тармоқ сифатида фойдаланишдан иборатдир.

Қуёш энергияси. Қуёш радиациясининг энергиясини доимий электронига айлантириш мумкин. Бунинг учун юпқа кремний плёнкалари иш бошқа бирор ярим ўтказгич материалдан фойдаланилади. Фотоэлектрик энергияга айлантиришининг потенциал қулайликлари:

- ҳаракат қилувчи қисмларнинг йўқлиги;

- ишлаш муддати 100 йилдан ортиқлиги;
- эксплуатация қилишнинг соддалиги, қуёш радиациясидан самарали фойдаланиш мумкинлиги.

Аммо бу усулда энергия ишлаб чиқариш анъанавий энергия ишлаб чиқаришдан 75 мартадан кўпроқ қимматроқдир. Шунинг учун ҳозирги вақтда арзонроқ электр энергия ишлаб чиқарувчи қурилмалар устида иш олиб борилмоқда. Масалан, кремний ўрнига арсенир гелий қўлланилмоқда.



Шамол генератор қурилмаси ва электростанцияси



Қуёш энергиясидан олинadиган
электроэнергиянинг ҳар
хил турдаги истеъмолчилари кўрсатилган.

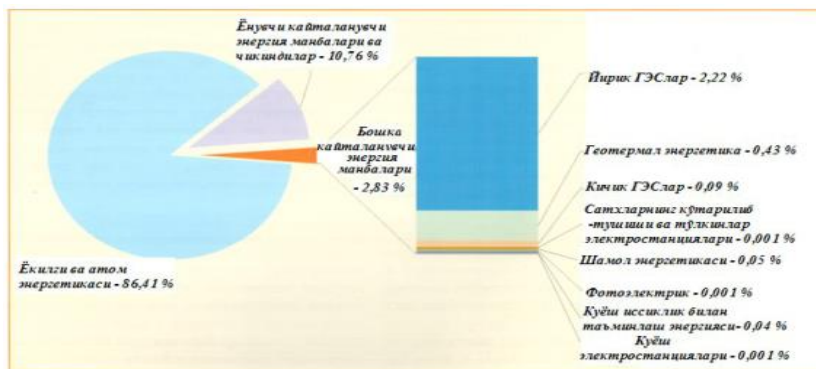


**Ноанаънавий ва қайталанувчи энергия
манбалари ҳамда уларниг дунё
мамлакатларида қўлланилаётган турлари.**

Ҳозирги кунда энергия истеъмол қилувчи барча соҳаларнинг органик ёқилғилардан фойдаланиши туфайли атроф мухит ифлосланмоқда. Натижада табиатнинг флора ва фаунасида салбий ўзгаришлар юз бермоқда. Одамлар ва ҳайвонот дунёсида ҳар хил янги

турдаги касалликлар пайдо бўлмоқда. Шунинг учун инсоният олдида турган жиддий муаммолардан бири, барча турдаги энергия истеъмол қилувчиларни тоза экологик энергия билан таъминлашдир.

Экологик тоза энергияни фақатгина табиатда мавжуд бўлган энергия манбаларидан олиш мумкин. Шунинг учун бундай манбаларни ноанаънавий ва қайталанувчи энергия манбалари дейилади. Ҳозирги кунда дунёдаги барча ривожланган мамлакатларда энергиянинг бундай турларидан фойдаланиб ҳар хил энергия турларини ишлаб чиқаришга киришилган.



Жаҳонда энергия этказиб бериш схемаси

Дунёдаги ривожланган малакатлар фойдаланаётган ноанаънавий ва қайталанувчи энергия манбалари турларига қуйидагиларни киритиш мумкин:

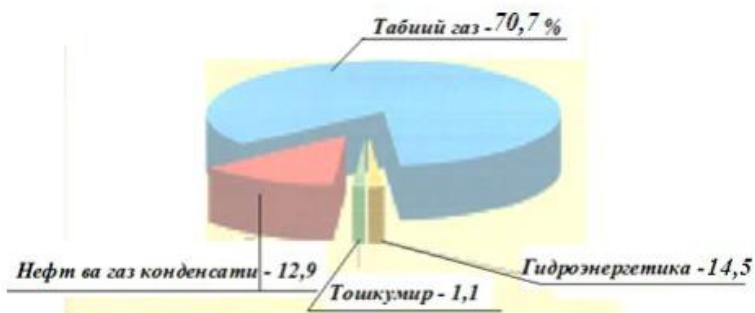
- қуёш энергияси;
- шамол энергияси;
- гидроэнергетика(ўрта-, кичик- ва микрогидроэнергетика);
- тўлқинлар энергияси;
- сув сатҳларини қўтарилиб-тушиш энергияси;
- океан ва денгизлардаги ҳар хил оқимлар энергияси;
- геотермал сувлар ва гейзерлар энергияси;
- биомасса энергияси;
- шаҳар чиқиндилари энергияси;

- чорвачилик ва паррандачилик фермалари
чиқиндилари энергияси;

- эр остидан иссиқлик насослари орқали
олинадиган энергия.

Ўзбекистонда мавжуд бўлган ноананавий энергия манбалари.

Ҳозирги кунда жамиятнинг ривожланишини унинг энергия билан таъминланганлиги белгилайди. Аммо энергия истеъмолининг кундан-кунга ошиб бориши ҳамда уни ишлаб чиқариш учун органик ёқилғилардан фойдаланиш, атроф-муҳитни глобал ифлосланишига олиб келмоқда ва натижада инсоният ҳаётига жиддий хавф солмоқда. Шунинг учун ҳозирги кун энергетикасининг долзарб масалаларидан бири, экологик тоза, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишдир.



Республикамызда органик ёқилғилар ва сув энергиясидан ишлаб чиқарилаётган электроэнергиянинг миқдори (фоизда).

Бугунги кунда республикамызда ишлаб чиқарилаётган электроэнергиянинг 84,7% органик ёқилғилардан фойдаланадиган иссиқлик электростанцияларида ишлаб чиқарилади. Умумий ишлаб чиқариладиган энергияга нисбатан атиги 14,5% электроэнергия ГЭСлар ёрдамида ишлаб чиқарилади. Келажакда Ўзбекистон Республикасида қайталанувчи энергия манбаларидан қуйидаги миқдорда фойдаланилади:

- қуёш энергиясидан 98,8 % ;
- гидроэнергетикадан 1,0 % ;
- шамол энергиясидан 0,2 % .



Ўзбекистонда қайта тикланадиган энергия
манбаларининг техник
имкониятлари схемаси

5 – Маъруза. Ноанъанавий шамол ва қуёш энергияси манбалари.

Режа:

1. Қуёш энергия манбалари
2. Шамол энергия манбалари
3. Сув энергия манбалари
4. Биомасса ва бошқа энергия манбалари турлари
5. Экологик аспектлар

Қуёш энергияси ва ундан фойдаланиш асослари, амалиёти ҳамда келажаги

Инсоният пайдо бўлгандан буён қуёшга сиғиниб келган, уни худо ўрнида кўрганлар. Чунки у ҳақиқатдан ҳам эр юзида ҳаёт манбаидир. Қадимги Миср фираъвинларидан бири (Нефертитининг эри) эхнатон исмини қабул

қилган (Атонга – қуёшга сажда қилувчи), яъни эхнатон - табиий термаядро реакторига сажда қилган. қуёшдаги энергияни ҳосил бўлиши – термаядро реакцияси туфайлидир.

Қуёш нурлари – бу водороднинг 4 дона ва гелийнинг бир дона атомининг қўшилганидир.

Термаядро реакцияси қуёшнинг ичида температура $t_0=20$ млн. $^{\circ}\text{C}$ га этганда бошланади. Шунинг учун термаядро энергияси ер юзидаги барча энергетик ресурсларнинг биринчи манбаи ҳисобланади; кўмир, нефт, газ; гидроэнергия; шамол ва океанлар энергияси.

Қуёш ер юзида барча энергия турларининг манбаи ҳисобланади. Қуёш ҳар секундда ўртача 88×10^{24} калория иссиқлик ёки 368×10^{12} ТВт энергия таркатади. Аммо бу энергия миқдорининг атиги 2×10^{-6} %, яъни 180×10^6 ТВт миқдоригина ер юзасига этиб келади. Шу миқдор ҳам ер юзидаги барча доимий энергия ишлаб чиқарувчи

қурилмаларнинг энергиясидан тахминан 5000 баробар кўпдир.

Қуёш энергияси кадастри

Қуёш радиацияси оқими ҳамда ташаётган энергия йиғиндиси тўғрисидаги маълумотлар қуёш кадастри ҳисобланади. Қуёш кадастри тўғрисидаги маълумотлар қуйидаги кўрсаткичларга асосан йиғилади:

-қуёш радиациясининг горизонтал текисликка тушаётган ойлик ва йиллик йиғиндилари;

-горизонтал текисликка тўғри нормал-уринма ҳолатида тушаётган қуёш нурлари;

-қуёшнинг нур сочиш вақти.

Умуман қуёш радиацияси оқими ҳамда тушаётган энергия йиғиндиси тўғрисидаги маълумотларни қуйидаги усуллар билан олиш мумкин:

-аниқ географик нуқтадаги маълумотларни ҳисоблаш йўли-аналитик усул билан;

-қисқа муддатда аниқ географик нуқтада, асбоб ва жиҳозлар билан ўлчаш орқали, тўғридан-тўғри маълумот олиш билан;

-қабул қилинган ягона усул билан кўп йиллик ўлчашлар ўтказган метеорологик станцияларининг маълумотлари йиғилган маълумотномалардан маълумот олиш билан.

Қуёш энергиясидан фойдаланишни ҳисоблашда асосан, қуёш нурунинг 1 м^2 майдонга бераётган энергия миқдори ҳисобга олинади. Коинотнинг атмосфера қатлаидан юқори қисмига тушаётган қуёш радиациясининг энергияси $1,395\text{ кВт/м}^2$ ни ташкил қилади ва бу миқдор қуёш доимийси деб аталади. Аммо бу миқдор ер юзасига этиб келгунча ҳар хил қаршилиқларга учрайди ҳамда йилнинг фасли ва ҳисоб қилинаётган худуднинг кенглигига

нисбатан унинг миқдори ўзгариб туради. Масалан, ер юзасига тушадиган қуёш нурларининг ўртача интенсивлиги:

-Европа мамлакатларида – 2 кВт соат/м²;

-Тропик ва Осиё мамлакатларида – 6 кВт соат/м² га тенг.

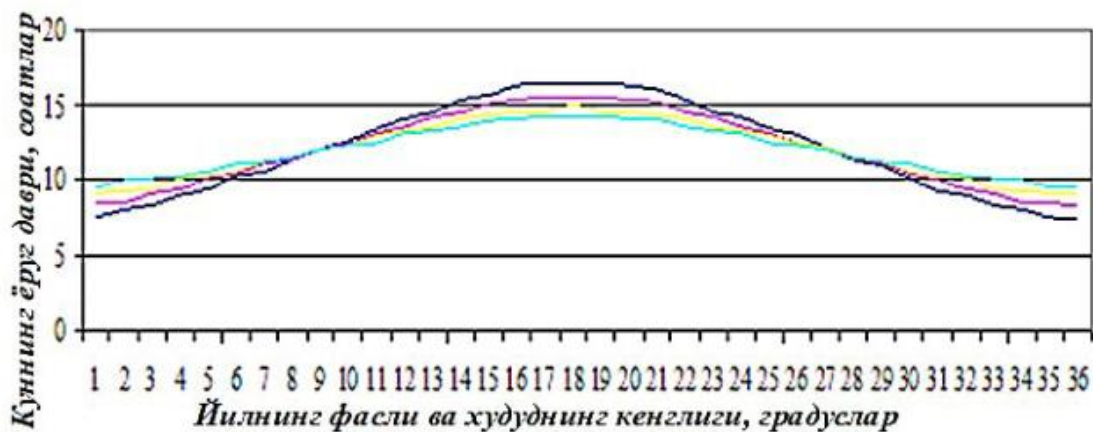
Ўзбекистон Республикаси серқуёш мамлакатлардан ҳисобланади. Бир йилда ўртача:

-300 кун қуёшли кун ҳисобланади;

-2980÷3130 соат температуранинг ўртача миқдори +42⁰С ни, куннинг узунлиги 14-16 соатни ташкил қилади;

-чўл раёнларида температура + 70⁰С гача кўтарилади;

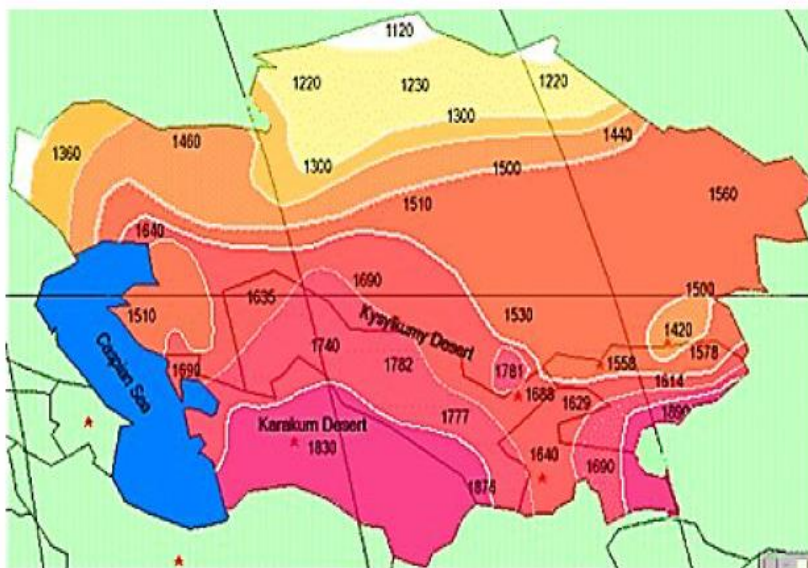
-ҳар бир м² майдонда 1 йилда 1900-2000 кВт гача қуёш радиатсияси ҳосил бўлиши мумкин.



Ўзбекистон Республикасида ҳудуднинг кенглиги ва йилнинг фаслига
нисбатан куннинг ёруғ вақти

1 - расмда Ўзбекистон Республикасида ҳудуднинг кенглиги ва йилнинг фаслига нисбатан куннинг ёруғ вақти, 2 - расмда эса Марказий Осиё мамлакатларида куёш радиатсиясининг тақсимланиши кўрсатилган.

Ўзбекистон Республикаси ҳудуднинг 16 ҳамда 21 кенгликларида куннинг ёруғлик даври 16-17 соатни ташкил қилиши кўриниб турибди.



2 – расм. Марказий Осиё мамлакатларида куёш радиатсиясининг тақсимланиши

Шамол энергияси ва ундан фойдаланиш асослари, назарияси ва амалиёти

Шамол энергияси. Инсоният сув энергияси ҳамда буғ двигателларидан анча олдин, шамол энергиясидан фойдаланиб келган. Англия, Германия, Франция, Дания, Голландия, АҚШ ва бошқа мамлакатларда, шамол энергияси жуда катта масштабда, саноат ва қишлоқ хўжалигида қўлланиб келинган. Шамол энергиясидан фойдаланиш бўйича олиб борилаётган hozirги ишлар, алоҳида катта қувватли шамол генераторларини яратиш ва уларнинг энергиясини ишлаб турган энергия тармоқларига улаш ва асосий тармоқ сифатида фойдаланишдан иборатдир.

Ҳаво массасининг ер атмосфераси атрофида айланиши экспертлар томонидан турлича баҳоланган. Шамолларнинг йиллик назарий захираси эр юзидаги барча энергия захиралардан

100 марта ортиқ бўлиб, 3300×10^{12} кВт/ соатни ташкил қилади. Аммо бу энергиянинг фақатгина 10–12 % фойдаланиш мумкин. Масалан, 1987 йилда эр юзидаги барча шамол қурилмалари томонидан 10×10^{12} кВт/соат энергия ишлаб чиқилган, яъни йиллик захиранинг атига 0,3 % дан фойдаланилган.

Шамол – бу қуёш нурунинг интенсивлиги ҳисобига, босимнинг ўзгариб туриши натижасида ҳаво массасининг ҳаракатидир.

Иқтисодий жиҳатдан жойдаги шамолнинг тезлиги 5 м/с дан кам бўлмаса шамол генераторларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Шамол электрогенераторлари анъанавий генераторлардан 2 – 4 баробар қимматдир. Аммо шамол энергияси доимий бўлган баъзи бир регионларда у муҳим энергия манбаларидан ҳисобланади.

Одатда шамол энергияси шамолга перпендикуляр жойлашган маълум майдон таъсири орқали аниқланади яъни,

$$N_{\text{sham.oqlmi}} = 0,0049 \times q \times V \times F$$

Bu erda: q – havoning zichligi (temperatura va atmosfera bosimiga nisbatan), kg/m^3 ;

V –havo oqimining tezligi, m/s ;

F – maydon yuzasi, m^2 .

Шамол энергетик қурилмаси узатаётган энергия миқдори, ҳаво оқими ҳосил қиладиган энергия миқдоридан тубдан фарқ қилади. Чунки ҳаво оқими энергиясининг бир қисми шамол ғилдираги паррақларида, редуктор ва генераторларда исроф бўлади. Исроф бўлган энергия миқдори, шамол энергиясидан фойдаланиш коэффитсиенти билан ҳисобга олинади. Шамолга перпендикуляр жойлашган майдон юзасини шамол ғилдираги диаметри билан

белгилаб, шамол энергетик қурилмасининг қувватини қуйидаги формулада ҳисоблаш мумкин.

$$N_{\text{sham.ener.quril.}} = 0,00386 \times q \times V \times D^2 \times \xi_{\text{par.}} \times \eta_{\text{red.}} \times \eta_{\text{gen.}}$$

Bu erda: D -ish g'ildiragi diametri, m;

$\eta_{\text{red.}}$ va $\eta_{\text{gen.}}$ -reduktor va generatorning foydali ish koeffitsientlari;

$\xi_{\text{par.}}$ -parraklarda isrof bo'lgan havo oqimi energiyasi.

Ҳисобларга кўра, парракли шамол двигателларинг шамол энергиясидан фойдаланиш коэффитсиенти 48 % гача бўлиши мумкин, шамол қурилмаларининг умумий фойдали иш коэффитсиенти ундан ҳам кичикроқ бўлади.

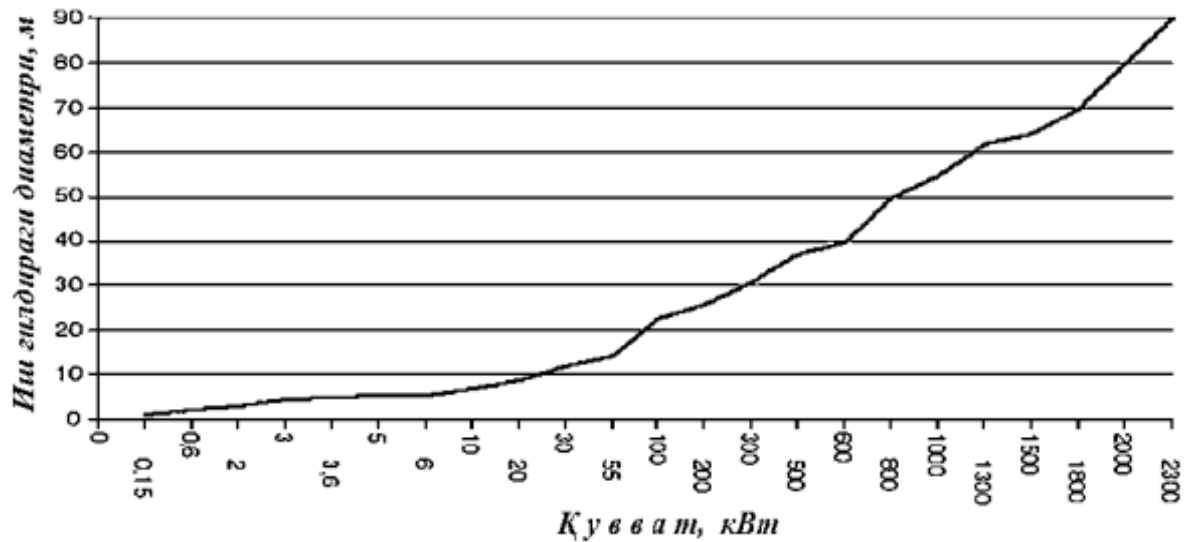
Шамолга перпендикуляр бўлиб асосан, шамол қурилмалариниг парраклари жойлашади. Шамол қурилмаси қувватини парраклар сони эмас балки, иш ғилдираги диаметри белгилайди. 3-расмда шамол қурилмаси иш ғилдираги диаметри билан

унинг қуввати орасидаги боғланиш графиги кўрсатилган.

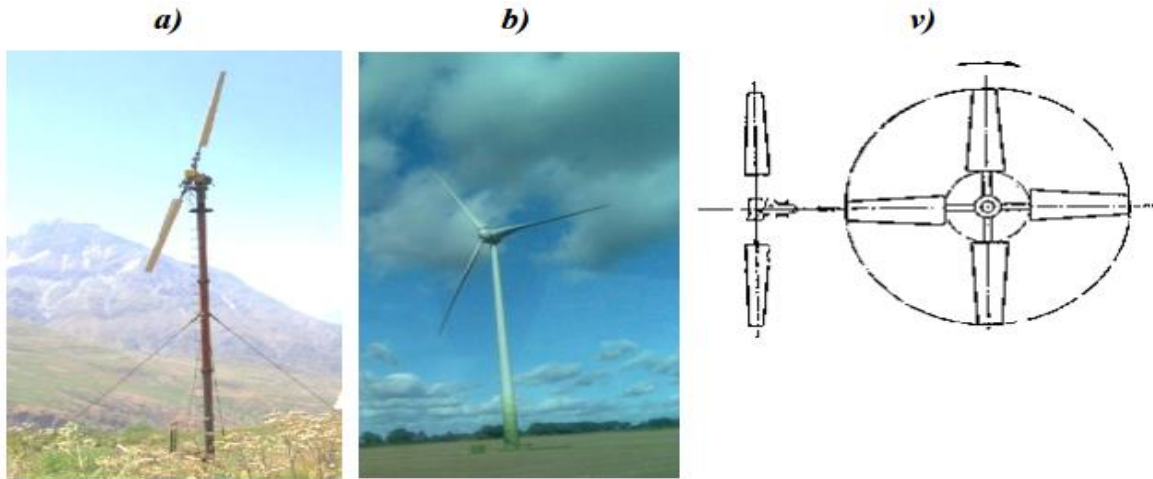
Шамол агрегатининг қуввати, шамол тезлигига тўғри, иш ғилдираги парраклари сонига тескари пропорционалдир.

$$N_{\text{шам. энерг. курил.}} = f\left(\frac{V}{n}\right)$$

Ҳаво оқими ҳосил қиладиган механик энергияни электр энергияга айлантириш, шамол электростансиялари ёрдамида амалга оширилади. Бир неча шамол қурилмаларининг йиғиндиси шамол электростансиясини ташкил қилади. Шамол қурилмаларининг асосий ишчи қисми, шамол ғилдираги ҳисобланади.

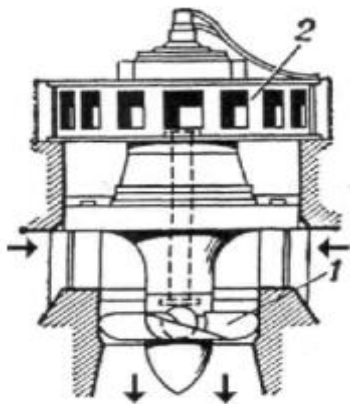


3-расм. Шамол қурилмаси қуввати қурилмаси иш ғилдираги диаметри билан унинг қуввати орасидаги боғланиш графиги.



**Qanotli shamol g'ildiraklarinig ko'rinishi:
a-ikki g'ildirakli; b-uch g'ildirakli; v-to'rt g'ildirakli**

Сув энергияси. Баланддан тушиб сув ғилдирагини айлантираётган сув энергиясидан қадим замонлардан тегирмон тошларини айлантиришда ва бошқа мақсадларда қўлланилган. Биринчи марта 1882 йилда ГЭСларда, сув энергиясидан электрэнергияси ишлаб чиқаришда фойдаланилган. Гидроэнергетик қурилмани ишлаш тарзи жуда содда. Юқоридан тушаётган сувнинг кинетик энергияси электрогенераторга уланган турбина валини айлантиришда фойдаланилади (5-расм).



5-расм. Гидроагрегат: 1 – гидротурбина; 2 – гидрогенератор.

ГЭС «текин ёкилғи»да ишлайди: куёш энергияси сувни буғлантиради (океан, денгиз, дарё, сув омборлари, каналлар ва бошқалардаги сув юзасидан); ҳаво оқимлари сув буғларини бир минтақадан иккинчисига суриб келади; сув буғлари ёмғир ва қор шаклида яна эрга қайтиб тушади. Ер юзасига тушган сувнинг бир қисми яна буғланиб кетади, қолганлари йиғилиб, фойдаланилгандан сўнг яна дарёлар ҳамда денгизлар орқали яна дунё океанига қайтиб кетади.

Биринчи гидрокуч қурилмаларидан IX асрдан бошлаб фойдаланилганлиги тўғрисида маълумотлар мавжуд. ХВИИИ асрнинг бошларида гидрокуч қурилмаларидан ишлаб чиқаришнинг барча тармоқларида фойдаланиш авж олиб кетди.

Масалан, XVIII асрнинг охирларида Россияда гидрокуч қурилмалари билан ишлайдиган

заводларнинг сони 3000 данадан ошиб кетган. Гидрокуч қурилмалари сув ғилдираклари шаклида бажарилиб, ундан ҳосил бўладиган механик куч ҳаракатга келтириладиган машиналарга тасмалар, кейинчалик тишли узатмалар орқали узатилган.

Уларда камчиликлар жуда кўп бўлган: қуввати кичик, конструкцияси жуда катта, фойдали иш коэффициенти жуда кичик бўлган. Энг асосийси, улардан фойдаланадиган корхоналар сув манбалари қирғоқларига қурилган ва манбадаги сувнинг сатҳи ҳамда сарфига боғлиқ бўлган.

Биомасса ва бошқа энергия турлари.

Биомасса – ўсимлик ва ҳайвонот дунёсидаги барча органик моддаларни келиб чиқишини бирлаштирувчи терминдир. Биомасса **бирламчи** - ўсимликлар, ҳайвонлар, микроорганизмлар ва бошқалар ҳамда уларнинг узоқ йиллик

жараёнлардан сўнг бошқа турдаги ёқилғига айланиши ва **иккаламчиларга** (биомассани қайта ишлашда ҳосил бўладиган чиқиндилар ҳамда инсон ва ҳайвонларнинг ҳаёти давомида фойдаланиладиган маҳсулотлар) бўлинади. Ўз навбатида чиқиндилар ҳам **бирламчиларга** – бирламчи биомассани қайта ишлаганда ҳосил бўладиган чиқиндилар (хашак, поя ва барглар, қириндилар, спирт қуйқаси, шох-шаббалар) ва **иккаламчиларга** – инсон ва ҳайвонот дунёсининг физиологик алмошиши маҳсулотлари киради.

a)



b)



Bioyoqilg'i xom ashyolari:

a- qoratollardan barpo qilingan bioyoqilg'i maydonlari; b- o'simlik dunyosining uzoq yillik biologik jarayonlardan sung torf holatidagi ko'rinishi

Бундан ташқари баъзибир европа мамлакатларида, электр энергияси олишда, хом ашё сифатида ўрмонларни ҳаддан кўп кесилишини олдини олиш учун махсус тез ўсадиган ўсимликлардан фойдаланишади. Масалан Швецияда, биомасса учун махсус тез ўсар қоратоллар экилади. Қоратоллар экиладиган майдонлар миқдори, биомасса билан ишлайдиган

электр станцияларининг биомасса ёқиғиси билан таъминланишига нисбатан белгиланади. Бундай станциялар биологик ёқилғи сифатида биомассадан ташқари, биомассанинг узок йиллик биологик жараёнлардан кейинги кўринишидаги торф ва бошқа ёқилғилардан ҳам фойдаланиши мумкин.

Биомасса кенг кўламли қайта тикланадиган энергия ресурслари демакдир ва ёғоч, саноат, қишлоқ хўжалиги ва маиший чиқиндиларни ўз ичига олади.

Биомассадан энергетика манбаи сифатида ёқиш, газлаштириш, пиролиз, спирт ёки биогаз олиш учун биокимёвий қайта ишлаш орқали фойдаланиш мумкин. Бу жараёнларнинг ҳар бири, белгаланган мақсадда қўлланиш соҳасига эга.

Баъзибир маълумотларга кўра, биомассадан олиннадиган энергиянинг дунё энергетикасига қўшадиган ҳиссаси 12 % ни ташкил қилади.

Европа Иттифоқи мамлакатларида биомассадан олинадиган энергия миқдори, умумий энергиянинг атиги 3 % ни, аммо баъзи мамлакатлада масалан, Австрияда - 12%, Швецияда - 18% ва Финляндияда - 23% ни ташкил қилади.

Бирламчи биомассани табиий ҳолда куруқликда ва сувда ўсадиган ўсимликлар ташкил қилади. Биомасса фотосинтез натижасида ҳосил бўлади, яъни фотосинтез натижасида куёш энергияси, ўсаётган ўсимлик массасида тўпланади. Фотосинтезнинг энергетик фойдали иш коеффитсиенти ўртача 5 % ни ташкил қилади.

Энергия олиш мақсадида бирламчи биомассадан, анаънавий ёқилғилар ўрнини қоплайдиган ёқилғи сифатида фойдаланилади. Бирламчи биомассага, ўрмон ва ёғочни қайта ишлаш саноати ҳамда қишлоқ хўжалик маҳсулотлари чиқиндиларини киритиш мумкин.

Ўзбекистонда суғориладиган қишлоқ хўжалик майдонларини асосан ғўза, ғалла, тамаки, кунгабоқар ва полиз экинлари эгаллайди. Ҳозирги кунгача ғўзанинг поясидан қисман спирт, қоғоз ва бир қанча қурилиш материалларини ишлаб чиқаришда ҳам ашё сифатида фойдаланиб келинади. Қолган ўсимликларнинг поялари ташлаб ёки ёқиб юборилади. Мана шу қишлоқ хўжалик чиқиндиларидан ҳам биомасса, яъни биоёқилғи сифатида фойдаланиш мумкин.

Геотермал энергиянинг топиб ишлатиш - ахтариб топиш, унга ишлов бериб маълум энергия ҳолатига олиб келиш ҳамда истеъмолчига сифатли энергия этказиб бериш жараёнидан иборатдир. Иссиқлик энергияси олиб юрвчи геотермал энергияни ахтариб топишни қуйидаги классификациясини келтириш мумкин.



Geothermal energiyani joylashishi va harakati bo'yicha klassifikatsiyasi.

Ер сатҳидан 50-100 м ва ундан ортиқ чуқурликда жойлашадиган геотермал сувлар фавворали ёки айланувчи бўлиши мумкин. Фавворали технология ҳозирги кунда кўп ишлатиладиган турлардан бўлиб, ундаги босим атмосфера босимидан бир неча баробар катта бўлиши мумкин. Ўз босими остида ёки насослар билан кўтариб берилган фавворали сувлар

ишлатиб бўлингандан сўнг ташлаб юборилиши керак.

Таркибида ҳар хил тузлар ва бошқа атроф-муҳитга зарар келтирувчи моддалар борлиги туфайли улардан фойдаланиш унча ҳам мақсадга мувофиқ эмас. Шунинг учун бу усул унча қўлланилмайди.

6 – Маъруза. Қуёш энергияси

Режа:

1. Қуёш энергияси ҳақида маълумотлар
2. Қуёш қурилмалари турлари ва қуёш коллекторлари
3. Қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш қурилмалари, фотоэлектрик элементлар

Қуёш энергиясидан иссиқлик ва электроэнергия олиш усуллари ва қурилмалари

Қуёш энергиясидан иссиқлик ишлаб чиқаришда ҳам, электр энергия ишлаб чиқаришда ҳам фойдаланиш мумкин.

Биринчи ҳолатда ясси концентрациялашган қуёш коллекторлари қўлланилади. Улардан иссиқлик ташувчи сифатида сув, ҳаво ёки антифризлар ишлатиш мумкин. Иккинчи ҳолатда эса, ёруғлик оқими энергияси фотоэлектр ўзгартиргичларда бевосита электр энергиясига айланади ёки иссиқлик электр станцияларнинг анъанавий схемалар ишлатилади.

Инсоният қадим зомонлардан қуёшнингқудратини сезганлар ва ўзларини бир умр унга боғлиқ эканликларини ҳис қилганлар. Шунинг учун қуёшдан тўхтовсиз кўпроқ

фойдаланишни ўйлаганлар. Аввал қуёш нуридан қўшимча энергия олиш-сувни ва биноларни иситиш, денгиз сувларини тозалаш ва бошқа мақсадларини амалга оширишга ҳаракат қилишганлар.

Қуёш энергиясидан иссиқлик ва электроэнергия олиш усуллари ва қурилмалари

Ҳозирги кунда дунёдаги барча мамлакатларда экологик тоза энергия ҳисобланган қуёш энергиясидан фойдаланишга ҳаракат қилинмоқда. Қуёш нурлари энергияси, иссиқлик ҳамда электр энергияси ишлаб чиқаришда фойдаланилмоқда.

Биринчи ҳолатда ясси концентратсиялашган қуёш коллекторлари қўлланилса, иккинчи ҳолатда ёруғлик оқими энергияси фотоэлектр ўзгартиргичлар ёрдамида бевосита электр энергиясига айлантирилади (ёки қуёш нуридан

олинган иссиқлик энергиясидан, анаънавий иссиқлик электр станцияларидагидек фойдаланилади).

Паст температурали (100°C гача) иссиқликни қуёш энергияси ёрдамида олиш, ҳозирча ишлаб чиқилган технологиялар бўйича унча мураккаб эмас ва у эр юзасининг ҳар хил нуқталарида узоқ вақт ривожланиш тарихига эга. Қуйидаги расмларда қуёш нурларини йиғувчи қурилмаларнинг турлари кўрсатилган.

a)



b)



v)



Қуёш нурларини иссиқлик энергиясига айлантирувчи мосламалар:

a-ana'naviy geliostatlar; b- yassi geliostatlar; v- geliostatlardan kelayotgan quyosh energiyasini yig'ib quyosh pechiga yo'naltiruvchi moslama.

a)



b)



v)



g)



O'zbekiston Respublikasidagi quyosh pechi:

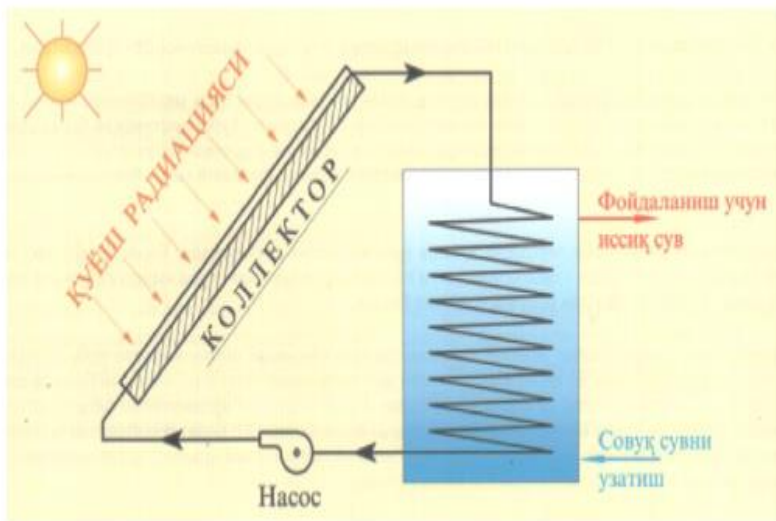
a-quyosh pechining yassi geliostatlari maydoni; b-geliostatlarning yaqindan ko'rinishi; v-geliostatlarga tushayotgan quyosh nurlarini yig'ib oluvchi geliostatlar minorasi (1) va quyosh pechi (2); g-quyosh pechining umumiy ko'rinshi.

Иссиқлик ишлаб чиқариш. Қуёш

энергиясидан иссиқлик олиш унча қийин жараён эмас. Назарий жиҳатдан қуёш нурларини йиғувчи мосламалар ёрдамида 5600 °С га яқин иссиқлик олиш мумкин. Дунёда иккита улкан қуёш печлари

мавжуд: Ўзбекистон Республикаси ва Францияда.
Ўзбекистондаги қуёш печининг температураси - t^0
= 4000-4500 ^0C га тенг, Францияда ишга
туширилган қуёш печининг температураси эса - t^0
= 3800 ^0C га этади.

**Иссиқ оқим (суюқлик ёки газ ҳолатидаги)
ҳосил қилиш.** Замоनावий асбоблар
конструкциясининг мукаммаллаштириш, қуёш
нурларининг иссиқликка айлантириш
самарадорлигини оширишга олиб келмоқда. Бу
қурилмаларнинг асосий схемаси – суюқ ёки газ
ҳолатидаги иссиқлик қабул қилувчи ясси қуёш
коллекторлари қурилмасидан ташкил топган. Бу
система, биноларни иссиқ сув билан таъминлаш ва
иситишда қўлланилади.



Quyosh nuridan quvvat oladigan suv isitgich qurilmaning soddalashtirilgan sxemasi.

Куюшдан кувват оладиган сув иситгич мосламалар куюш коллектор орқали сув хароратини ошириш учун куюш нурлари энергиясидан фойдаланилади. Шаффоф қопламали ҳаво ўтказмайдиган корпусли, қора рангга бўялган, сув ўтказгич найчаларга эга сингдирувчан металл пластина ва корпусининг

орқа ҳамда ёнбош деворларида иссиқликни йўқотмаслик учун изоляцияланган ясси қуёш коллекторлари кенг тарқалган.

Расмда изолсияланган қувур – коллекторларга узатилган сув, қуёш нури остида 100 °С гача иситилади ҳамда қувурлар орқали истеъмолчига – биноларни иссиқ сув билан таъминлаш ва иситишга узатилади. Биноларни иситишга узатилган сув совугандан сунг насослар ёрдамида (ёки ўз оқими билан) яна иситиш коллекторларига узатилади. Жараён шу тарзда давом этади. Қуйидаги жадвалда қуёш сув иситгичларнинг тахминий нархлари келтирилган.

Quyosh suv isitgichlarning taxminiy narxlari, AQSH dollari.

Unumdorligi, l	Kollektorning maydoni, m ²	Narxi, AQSH dollarida
100	1,5	1000
200	3,0	1350
300	4,5	1900
450	6,0	2400

Электроэнергия ишлаб чиқариш. Қуёш энергиясидан икки хил усулда електроэнергия ишлаб чиқариш мумкин.

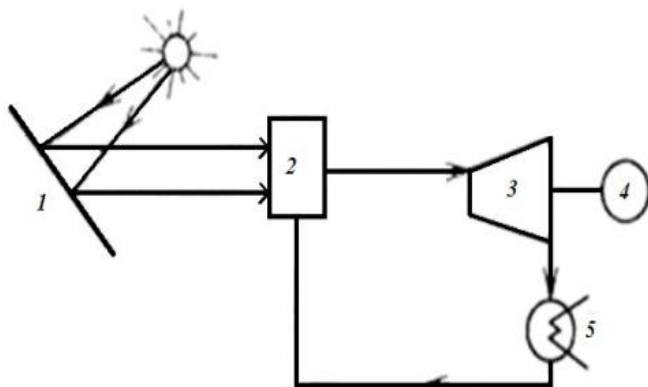
1. Анаънавий усулда – суюқликни иситиш ва ҳосил бўлган буғни иссиқлик турбинасига узатиш орқали.

2. Фотоэлектр усулида.

Анаънавий усулда қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш учун қуёш энергиясини йиғиб олувчи гелиостатларнинг - 1 энергияси сувга тўлдирилган буғ қозонига - 2 йўналтирилади. Ҳосил бўлган буғ, генераторни -4 ҳаракатга келтирувчи иссиқлик турбинасига - 3 узатилади. Турбинани ҳаракатга келтириб иш бажарган буғ конденсаторга - 5, буғни сувга айлантирувчи мосламага узатилади.

Конденсатордан чиққан суюқлик яна қуёш гелиостатларига узатилади ва шу тариқа жараён

давом этади. Расмда қуёш энергиясини суёқлик - буғ ёрдамида электр энергиясига айлантириш



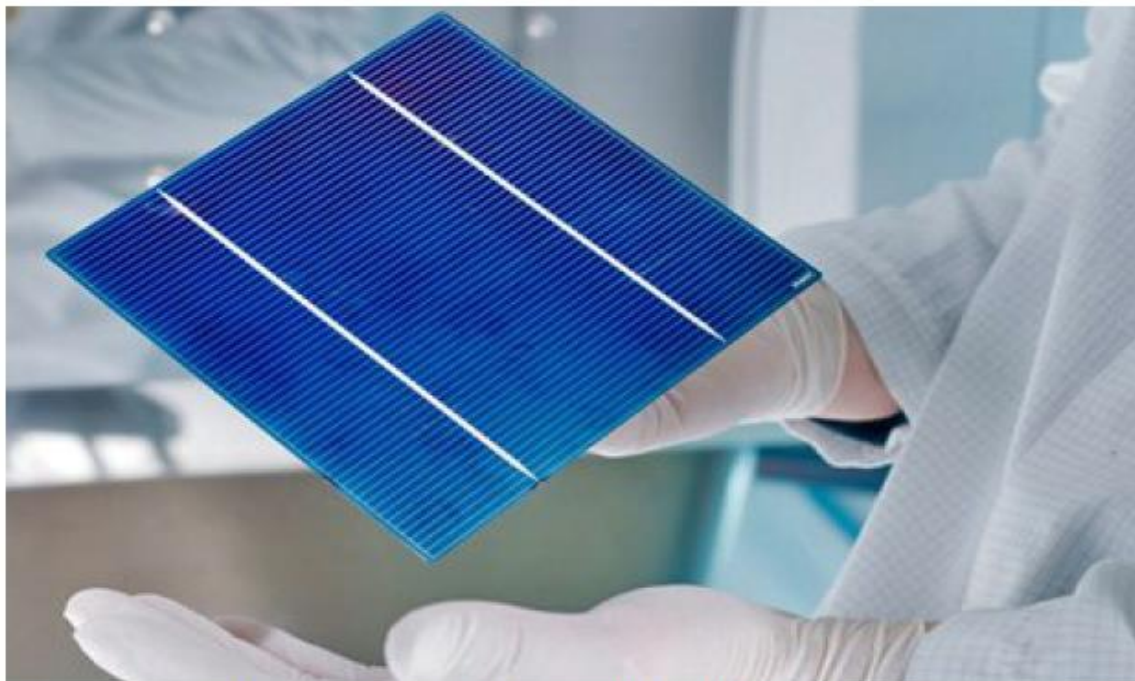
Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish sxemasi:
1-geliostatlar; 2- qozon; 3-turbina; 4- generator; 5- kondesator (bug'ni suvga aylantiruvchi qurilma).

схемаси берилган.

Фотоэлектр усулда электр энергияси ишлаб чиқариш. Маълумки қуёш нурини элетромагнит тўлқинлари деб қараш мумкин. Квант назариясига асосан, элетромагнит тўлқинларига нол массали элементар заррачалар - фотонлар деб қаралади. Қуёш энергиясини фотоэлектрик энергияга қайта айлантириш асосида 1887 йилда Герс томонидан

яратилган, ёруглик фотонларинг баъзибир металлларнинг электронлари билан киришуви натижасида электронлар маълум микдордаги энергияга эга буладилар. Мана шу энергиядан фойдаланган ҳолда куёш энергиясидан тўғридан-тўғри электроэнергия олиш мумкин. Бу жараёнга фотоэффект ходисаси дейилади.

Шундай қилиб, фотоелектор ячейкаларида ёруглик нурланиш энергияси электр энергиясига айлантирилади. Фотоэлектр ячейкаларини тайёрлашда биринчи бўлиб моно ёки поликристалл кремнийдан фойдаланилган. Ҳозирги кунда бу элементдан тайёрланадиган ячейкалар, бутун дунёда урнатилган тизимларнинг 80 фоизини ташкил этади. Уларнинг фойдали иш коэффициенти 11÷16 фоизни ташкил этади.



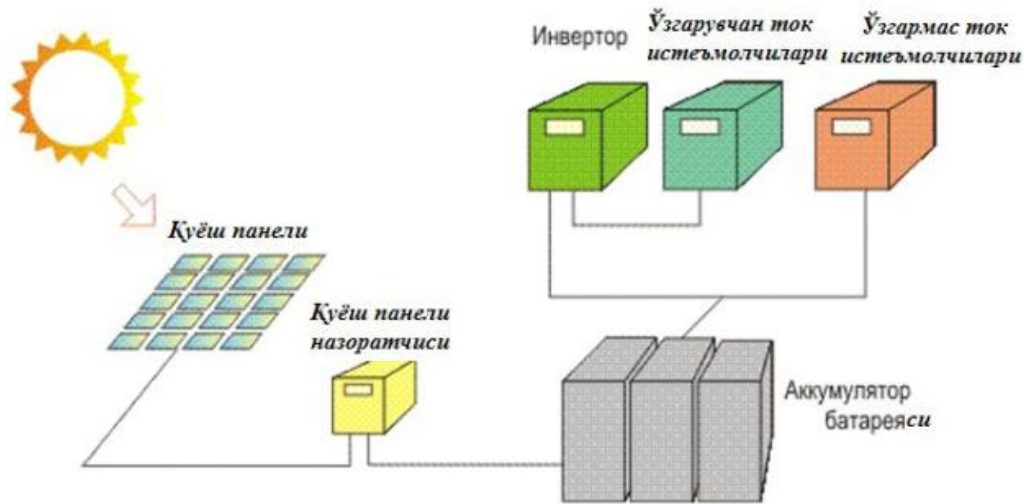
Kremniy plastinkalarini ishlab chikarish jarayoni.

Кейинги вақтларда фотоелектор ячейкалараморф кремний, кадмий – теллурид ёки мис – индий-селиндан юпка плёнкалар шаклида тайёрлана бошлади.

Уларнинг фойдали иш коэффитсенти қарийб 8 фоизни ташкил этади, бироқ моно ёки поликристалл кремнийдан тайёрланадиган фотоелектр ячейкаларга қараганда тайёрланиши арзонроқдир.

Ҳозирги вақтда фотоэлектр ячейкаларининг фойдали иш коэффицентини 30÷60 фоизга ошириш устида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бунинг учун плёнкаларни 4÷8 марта устма- уст ўрнатиш зарур бўлади. Ушбу тадқиқотлар натижасида қурилма қуввати оширилади ҳамда ишлаб чиқариш нархи кескин пасаяди.

Фотоэлектр тизими доимий электр токини ишлаб чиқаради ва инвертор ёрдамида доимий электр токи, ўзгарувчан токка айлантирилади.



Quyosh batareyasidan elektroenergiya olish sxemasi

Қуёш электростанциялари. Бир неча қуёш қурилма (батарея)ларини бири-бирига улаб қуёш электростансияларини ташкил қилиш мумкин. Ҳозирги кунда дунёда жуда кўплаб қуёш электростансиялари қурилиб ишга туширилган.



Dunyodagi eng katta quyosh elektrostansiyasi.



Dunyodagi eng katta fotoelektrik elektrostansiyasi.

Мамлакатимизнинг Самарқанд вилоятида, Осиё тараққиёт банкининг ёрдамида, дунёда энг йирик қуёш фотоэлектрик станцияси қурилиши режалаштирилди. Қуёш электростанцияси 400 га майдонга жойлашиб, унинг қуввати 100 МВт ни, йиллик електроенергия ишлаб чиқариш эса, 200 млн. кВт/соатни ташкил қилади. Электростанциянинг қурилиши 5 йил давом этиб, 2019 йилнинг март ойида ишга туширилиши кутилмоқда.

«Ўзбекенерго» ДАК мутахассисларининг ҳисобларига қараганда Ўзбекистон Республикаси ҳудуди, қуёш энергияси бўйича жуда катта имкониятларга эга. Мамлакатдаги барча қайта тикланувчи энергия манбаларининг 99 % ни қуёш энергияси ташкил қилиб, 50млрд. тонна нефт эквивалентига тенг эканлиги аниқланди. Ҳукуматнинг ноанаънавий ва қайта тикланувчи

энергия манбаларидан фойдаланиш бўйича олиб бораётган тадбирлари натижасида 2031 йилда мамлакатда истеъмол қилинаётган электроэнергиянинг 21 % қайта тикланувчи энергия манбаларида ишлаб чиқариладиган электроэнергия билан қопланади.

Халқаро ҳамжамиятнинг қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш бўйича тажрибалари билан танишиш учун, Ҳукуматимиз томонидан кўплаб халқаро илмий анжуманлар ташкил қилинмоқда. «Қайта тикланувчи энергия манбалари Марказий Осиёда, озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда ҳамда узоқда жойлашган аҳоли пунктларини ижтимоий-иқтисодий шароитларини яхшиловчи муҳим омилдир» мавзусида 2008 йил ноябр ойида ўтказилган халқаро анжуман ҳам, ушбу соҳада олиб борилаётган илмий, илмий-тадқиқот, конструкторлик ва қайталанувчи энергия

манбаларига ўрнатилган энергетик қурилмалар билан танишиш имконини берди.

Ҳозирги кунда қуёш энергиясидан фойдаланиш учун жуда катта инвестицион маблағлар киритилмоқда. 2013 йилнинг ноябр ойида мамалакатимиз биринчи Президентининг ташаббуси билан Тошкентда, «Қуёш энергетикаси технологияларининг истиқболлари ва йўналишлари» мавзусида «Қуёш энергияси бўйича Осиё форуми»нинг 6-йиғилиши бўлиб ўтди. Ушбу йиғилишда биринчи Президентимиз, охириги 5 йилда қуёш энергиясидан фойдаланишга киритилаётган инвестициялар миқдори 520 млрд. долларни, шундан 2012 йилда 143 млрд. долларни ташкил қилганини, 2012 йилда қуёш энергиясидан электроэнергия ишлаб чиқариш 113 млрд. кВт/соатни, шундан фотоэлектрик қуёш станциялари билан 110 млрд. кВт/соат

электроэнергия ишлаб чиқарилганини таъкидлаб ўтганлар.

7 – Маъруза. Шамол энергияси ва унинг характеристикалари

Режа:

1. Шамол энергияси ва унинг характеристикалари
2. Шамол тезлигини ўлчаш усуллари ва асбоблари
3. Шамол энергетик қурилмалари
4. Шамол электр станциялари

Шамол энергияси. Инсоният сув энергияси ҳамда буғ двигателлари-дан анча олдин, шамол энергиясидан фойдаланиб келган. Англия, Германия, Франция, Дания, Голландия, АҚШ ва

бошқа мамлакатларда, шамол энергияси жуда катта масштабда, саноат ва қишлоқ хўжалигида қўлланиб келинган. Шамол энергиясидан фойдаланиш бўйича олиб борилаётган hozirги ишлар, алоҳида катта қувватли шамол генераторларини яратиш ва уларнинг энергиясини ишлаб турган энергия тармоқларига улаш ва асосий тармоқ сифатида фойдаланишдан иборатдир.

Ҳаво массасининг эр атмосфераси атрофида айланиши экспертлар томонидан турлича баҳоланган. Шамолларнинг йиллик назарий захираси эр юзидаги барча энергия захиралардан 100 марта ортиқ бўлиб, 3300 х 10 кВт/ соатни ташкил қилади. Аммо бу энергиянинг фақатгина 10-12 % фойдаланиш мумкин. Масалан, 1987 йилда эр юзидаги барча шамол қурилмалари томонидан 10х10 кВт/соат энергия ишлаб

чиқилган, яъни йиллик захиранинг атига 0,3 % дан фойдаланилган.

Шамол - бу куёш нурининг интенсивлиги ҳисобига, босимнинг ўзгариб туриши натижасида ҳаво массасининг ҳаракатидир.

Иқтисодий жиҳатдан жойдаги шамолнинг тезлиги 5 м/с дан кам бўлмаса шамол генераторларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Шамол электрогенераторлари анъанавий генераторлардан 2 - 4 баробар қимматдир. Аммо шамол энергияси доимий бўлган баъзи бир регионларда у муҳим энергия манбаларидан ҳисобланади.

Одатда шамол энергияси шамолга перпендикуляр жойлашган маълум майдон таъсири орқали аниқланади яъни,

$$N_{\text{шам.оқими}} = 0,0049 \times q \times V \times F$$

Бу ерда:

ρ - ҳавонинг зичлиги (температура ва атмосфера босимига нисбатан), кг/м³;

V -ҳаво оқимининг тезлиги, м/с;

F - майдон юзаси, м².

Шамолнинг ўртача тезлиги, маълум вақт оралиғидаги тенг вақтлар ичида ўлчанган шамол оний тезликларининг ўрта арифметик миқдор сифатида аниқланади, яъни

$$V_{\text{ўрт.}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

Бу ерда:

$V_{\text{ўрт}}$ -шамолнинг ўртача тезлиги, м/с;

$V_{\text{оний}}$ - шамолнинг оний тезлиги миқдоралири, м/с;

n - ўлчанган оний тезликларнинг сони.

Вақтнинг узоқ даври (ой, йил) учун шамолнинг тезлиги тўғрисидаги маълумотлар, жойлардаги метеостансияларнинг кузатувлари

асосида олинади. Бир кунда бир неча бор ўлчанган шамолнинг тезлигига асосан ўртача бир кунлик, ўртача ойлик ҳамда кўп йиллик давр учун шамолнинг ўртача йиллик тезликлари жадваллари тузилади.

Ер юзаси ва (океан, денгиз ва дарёлар) сув юзасидаги шамолнинг тезлигини аниқлаш учун одатда Бофорт шкаласидан фойдаланилади.

Шамол тезлигини аниқлаш Бофорт шкаласи жадвали

Бофорт шкаласи (балл)	Баллга мос шамолни ҳолати	Шамолнинг тезлиги:		Ердаги предметларга шамолнинг таъсири
		м/с	км/соат	
0	Шамолсиз	0,0-0,5	0,0-1,8	Тутун вертикал кўтарилади. Дарахт барглари кимирламайди
1	Сокин шамол	0,6-1,7	2,2-6,4	Тутун вертикал кўтарилмайди. Дарахт барглари кимирламайди
2	Енгил шамол	1,8-3,3	6,5-11,9	Тутун шамол эсаётган тарафга қараб эгилади. Дарахт барглари шитирлайди
3	Кучсиз шамол	3,4-5,2	12,2-18,7	Дарахт барглари ва байроқлар тинимсиз тебраниб туради.

4	Ўргача шамол	5,3-7,4	19-26,6	Дарахт шохлари тебранади. Эрдан чанг ва қоғоз бўлаклари кўтарилади.
5	Салқин шамол	7,5-9,8	27-35,2	Катта байроқлар тортқиланади. Дарахт-лар тебранади. Қулоқ ғувиллайди. Қўл шамол тезлигини сезади.
6	Кучли шамол	9,9-12,4	35,6-44,6	Дарахт шохлари кучли тебранади. Уйлар ва қимирламайдиган нарсалар ёнида гу-виллаш товушлари эшитилади. Телефон симлари товуш чиқариб ғувуллайди.
7	Қаттиқ шамол	12,5-15,2	45-54,7	Унча катта бўлмаган дарахтлар танаси тебранади. Шамолга қарши юриш қийинлашади.
8	Жуда кучли шамол	15,3-18,2	55-65,5	Катта дарахтлар тебранади. новдалари. Дарахт новдалари ва сшоҳлари синади. Шамолга қарши юриш жуда қийинлашади, эгилиб юришга тўғри келади.
9	Довул	18,3-21,5	65,9-77,3	Катта дарахтлар қайрилади, катта шох-лари синади. Нарсалар жойидан силжий бошлайди. Уйлар томи шикастланади.

10	Кучли довул	21,6-25,1	77,7-90,6	Дарахтлар сина бошлайди ва томири билан юлиб олинади. Томлар юлиб олиб кўчирилади, вайронагарчилик юз беради.
11	Шиддатли довул	25,2-29	90,7-105	Бинолар кучли вайрон бўлади
12	Бўрон	>29	> 105	Дарахтлар сина бошлайди ва томири билан юлиб олинади. Томлар юлиб олиб кўчирилади, вайронагарчилик юз беради. Бинолар кучли вайрон бўлади.

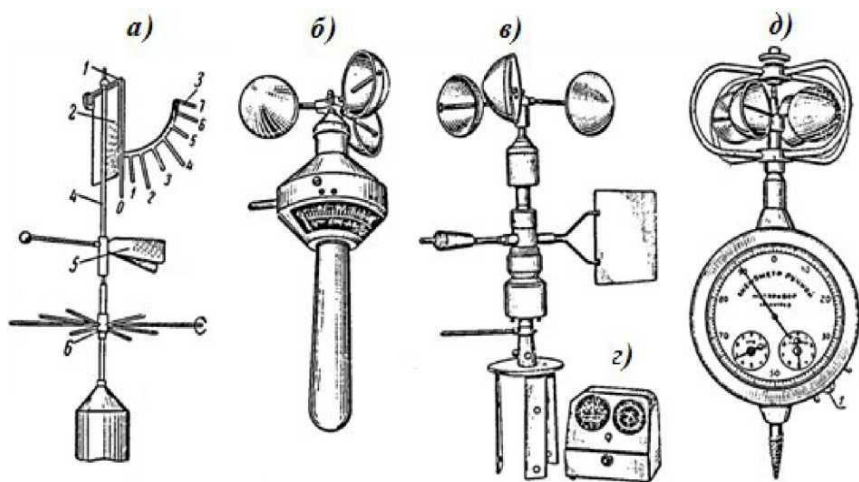
Жадвалда Бофорт шкаласи келтирилган. Бофорт шкаласи бўйича шамолнинг тахминий тезлиги аниқланади. 1-9 балларда, шкала бўйича шамолнинг тезлиги (м/с),

Шамол тезлигини ўлчаш усуллари ва асбоблари

Шамолнинг асосий энергетик характеристикаларидан бири бўлган тезлигини ўлчаш учун анемометр (Грекча «анемометр» сўзи- «анемо»- шамол, «метр»-ўлчайман) асбоблари қўлланилади. Шамол тезлигини ўлчовчи асбоблар икки гуруҳга бўлинади.

Кўрсатувчи анемометрлар-шамолнинг оний тезлигини кўрсатувчи асбоблар.

Анемометр интеграторлар-маълум вақт оралиғида шамолнинг ўртача тезлигини берувчи асбоблар.



Шамол тезлигини ўлчовчи асбоблар:

а-доскали(флюгерли) анемометр: 1-ўқ; 2-металл доска; 3 - саккиз итифт- (металл ўзакчали)ли сектор; 4 -шток; 5 - шамолйўналишини кўрсатувчи; 6-тутқич. б-қўлда ишлатиладиган индуксион анемометр; в-шамолнинг тезлиги ва йўналиши датчиклари блоки - электр энергиясида ишлайдиган; анеморумбометр; г- қабул қилувчи ўлчов асбаблари; д-шамолнинг ўртача тезлигини

ўлчовли ярим шарли қўлда ишлатиладиган анемометр.

Ҳозиргача уларнинг орасида кўрсатувчи анемометрлар-доскали (флюгерли) анемометр, қўлда ишлатиладиган индуксион анемометр ва анеморумбометр ҳамда анемометр интеграторлар - қўлда ишлатиладиган ярим шарли анемометрлардан кўп фойдаланилган.

Ҳозирги кунда илм-фаннинг тараққиёти натижасида ишлатиш қулай, ўлчамлари кичик ва чиройли дизайндаги анемометрлар яратилиб, улардан муваффақиятли фойдаланилмоқда. Ишлаш принципи бўйича бундай анемо- метрлар қуйидаги турларга бўлинади:

- паллали анемометрлар;
- парракли анемометрлар;
- иссиқлик анемометрлари;
- Ултратовушли анемометрлар.

Қуйида мана шундай анемометрларнинг бир нечасини қараб чиқамиз. Энг содда конструкцияли анемометрлардан бири, 1846 йилда Арма обсерваторияси доктори Робинсон томонидан яратилган паллали анемометр-лардир. Вертикал ўқ атрофида айланадиган роторга махсус симлар орқали маҳкамланган ярим сферик шар шаклидаги паллалар йиғиндисига паллали анемометрлар дейилади. Ушбу анемометрлар уч ва тўрт паллали бўлиши мумкин.

Конструкциясига нисбатан шамол тезлиги қўлда фойдаланиладиган ёки ёрдамчи электрон индукцияли тахеометр асбобли анемометрларда аниқлана-ди. Берилган вақт ичида паллаларнинг айланишлар сони ва уларга мос масофа ҳисобланиб, ҳисобланган масофани вақтга бўлиш ёрдамида шамолнинг тезлиги аниқлаш қўлда фойдаланиладиган анемометр ёрдамида амалга оширилади. Электрон индукцияли тахеометр

асбобли анемометр-лар эса, тўғридан тўғри шамол тезлигини кўрсатади.

Анемометрларнинг яна бир тури парракли анемометрлардир. Маълумки шамолнинг йўналиши ўзгариши билан парракларнинг ўқи ҳам шу йўналишга бурилиши лозим. Бу вазифани парракли анемометрларда флюгерлар амалга оширади. Йўналиши ўзгармайдиган (масалан шахталарда, биноларда ва бошқаларда) шамолларнинг тезлигини ўлчашда, ўқи бир йўналишга нисбатан қимирламайдиган қилиб маҳкамлан-ган парракли анемометрлар қўлланилади.

Иссиқлик анемометрлари билан,иссиқлик ёрдамида қиздириладиган жуда кичик диаметрли волфрам ва нихром материалларидан тайёрланадиган симнинг шамол тезлиги натижасида совушини ўлчаш натижасида шамолнинг тезлиги аниқланади.

Кичик ўлчамли, кўп функцияли сонли анемометрдан (52 б-расм), юқори аниқликда шамолнинг тезлигини, ҳавонинг ҳароратини, денгиз сатҳига нисбатан баландликни, жойдаги атмосфера босимини, намликни ҳамда совуш кўрсаткичини аниқлашда фойдаланилади.

Ундаги барометр ҳозирги атмосфера босимини эмас, балки ўтган 3, 6, 12 ва 24 соат оралиғида босимни ўзгаришини ҳам кўрсатади. Шамолнинг тезлигини ҳар секундда ўлчаб аниқлаш мумкин. Расмда парракли чўнтак шамол анемометри кўрсатилган. У парракларни айланишлар тезлигига асосан шамолнинг тезлигини сонларда кўрсатади.

Тўғридан тўғри шамолнинг тезлигини кўрсатувчи ултратовушли чўнтак анемометрлар фойдаланишга жуда қулайдир. «Хплорер-1» анемометри фақатгина шамолнинг керакли вақтдаги тезлигини кўрсатса, «Хплорер-2»

анемометри шамолнинг зарур вақтдаги тезлиги ёки маълум вақт оралиғидаги ўртача тезлигини ҳамда ҳавонинг ҳароратини (ҳаттоки Сизнинг танангизни ҳароратини ҳам) кўрсатади. «Хплорер-3» анемометрини шамолнинг тезлигидан ташқари унинг йўналишини ҳамда ҳавонинг ҳароратини (ҳаттоки Сизнинг танангизни ҳароратини ҳам) ҳам кўрсатади. Бундан ташқари унга шамолнинг йўналишини аниқ кўрсатадиган электрон компас ҳам ўрнатилган.

a)



b)

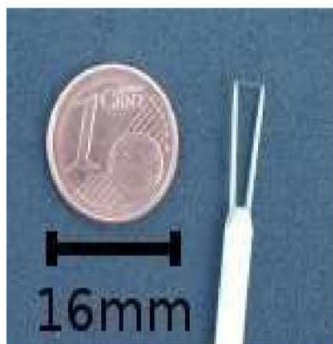


v)



Уч (а) ва тўрт (б) паллали ҳамда парракли (в) анемометрлар

a)



b)



в)



Иссиқлик (а), кўп функцияли сонли (б) ва чўнтак (в) анемометрлари.

a)



b)



в)



Чўнтак анемометрлари. а-«Хплорер-1»; б-«Хплорер-2»; в-«Хплорер-3».

Ушбу чўнтак анемометрлари батареялар ёрдамида ишлаб, улардан қоронғу тунда ҳам

фойдаланиш мумкин. Уларни бошқариш 1 дона кнопка орқали амалга оширилади.

Шамол энергетик қурилмалари

Шамол энергетик қурилмаси узатаётган энергия миқдори, ҳаво оқими ҳосил қиладиган энергия миқдоридан тубдан фарқ қилади. Чунки ҳаво оқими энергиясининг бир қисми шамол ғилдираги паррақларида, редуктор ва генераторларда исроф бўлади. Исроф бўлган энергия миқдори, шамол энергиясидан фойдаланиш коэффициентси билан ҳисобга олинади. Шамолга перпендикуляр жойлашган майдон юзасини шамол ғилдираги диаметри билан белгилаб, шамол энергетик қурилмасининг қувватини қуйидаги формулада ҳисоблаш мумкин.

$$N_{\text{шам.энер.қурл.}} =$$

$$0,00386 \times q \times V \times D^2 \times \xi_{\text{пар.}} \times \eta_{\text{ред.}} \times \eta_{\text{ген}}$$

Бу ерда:

D -иш ғилдираги диаметри, м;
 $\eta_{\text{ред.}}$ -ва $\eta_{\text{ген.}}$ -редуктор ва генераторнинг
фойдали иш коэффитсиентлари;
 $\xi_{\text{пар.}}$ -паррактларда исроф бўлган ҳаво оқими
энергияси.

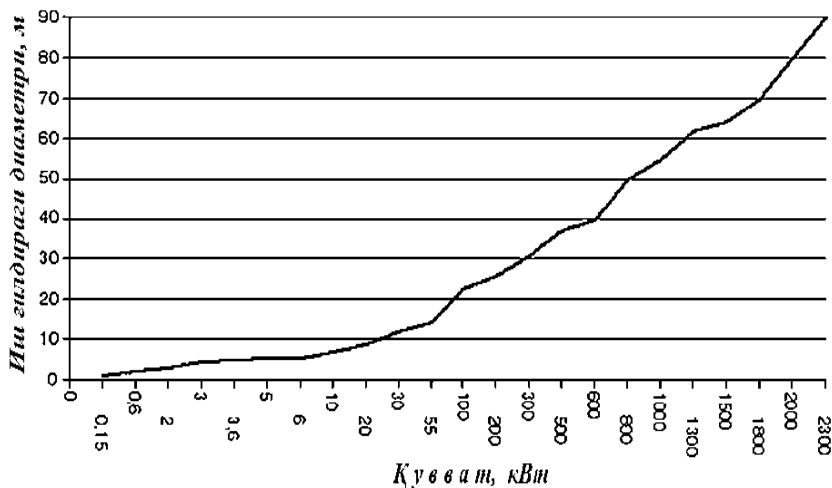
Ҳисобларга кўра, парракти шамол
двигателларинг шамол энергиясидан фойдаланиш
коэффитсиенти 48 % гача бўлиши мумкин, шамол
қурилмаларининг умумий фойдали иш
коэффитсиенти ундан ҳам кичикроқ бўлади.

Шамолга перпендикуляр бўлиб асосан, шамол
қурилмаларининг паррактлари жойлашади. Шамол
қурилмаси қувватини паррактлар сони эмас балки,
иш ғилдираги диаметри белгилайди. Расмда
шамол қурилмаси иш ғилдираги диаметри билан
унинг қуввати орасидаги боғланиш графиги
кўрсатилган.

Шамол агрегатининг қуввати, шамол тезлигига тўғри, иш ғилдираги парраклари сонига тескари пропорционалдир.

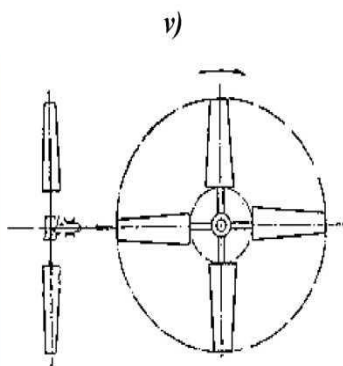
$$N_{\text{шам. энерг. курил.}} = f\left(\frac{V}{n}\right)$$

Ҳаво оқими ҳосил қиладиган механик энергияни электр энергияга айлантириш, шамол электростансиялари ёрдамида амалга оширилади. Бир неча шамол қурилмаларининг йиғиндиси шамол электростансиясини ташкил қилади.



Шамол қурилмаси иш ғилдираги диаметри билан унинг қуввати орасидаги боғланиш графиги.

Шамол қурилмаларининг асосий ишчи қисми, шамол ғилдираги ҳисобланади. Шамол ғилдиракларининг қанотли, каруселли ва барабанли турлари мавжуд. Шамол электростансияларида асосан энг самарали бўлган қанотли шамол ғилдираклари қўлланилади.



Қанотли шамол ғилдираклариниг кўриниши:
а-икки ғилдиракли; б-уч ғилдиракли; в-тўрт
ғилдиракли

Шуни эсда тутиш лозимки, шамол ғилдираги томонидан қабул қилинаётган шамол оқими, шамол ғилдирагининг диаметри билан аниқаланади, ундаги парраклар сони ҳеч қандай аҳамиятга эга эмас. Ҳозирги кунда иш ғилдираги диаметри 1,0-64 м бўлган шамол қурилмалари мавжуд.

Кўпгина шамол генераторлари секундига 3-4 м/с дан юқори тезликдаги шамол ёрдамида ишлайди. Шамол генераторлари 8-25 м/с тезликда эсадиган шамол ёрдамида максималл қувватга эга бўлади. Одатда шамол генераторларининг максимал ишлаш тезлиги 25-30 м/с ни ташкил қилади. Шамол энергетикаси экологик тоза энергия манбаидир. Аммо шамол электростанциялари учун жуда катта худудлар

зарур (шамол энергетик қурилмаларининг бир - биридан узоқда жойлашиши ва улар орасидаги масофа иш ғилдираги диаметрининг 6-18 баробарига тенг бўлиши керак). Масалан, иш ғилдираги $D = 100$ м бўлган шамол энергетик қурилмаси учун 5-7 км ҳудуд керак. Бутун бошли шамол электр станцияси учун эса ўнлаб км ҳудуд зарур. Бошқа бир ноқулай тарафи - иш ғилдираги шовқин чиқариб ва ҳавони тебратиб ишлаши натижасида теле ва радио эшиттиришларга халақит берилади.

Шамол энергиясидан фойдаланиш бўйича Германия биринчи ўрнини эгаллаб келмоқда. Бу мамлакатда шамол энергиясини ишлаб чиқариш йилига 500 1500 МВт га кўпаймоқда, ҳозирги вақтда ишлаб чиқариладиган энергия миқдори 2 млн.кВт/соатдан ошиб кетди.

Шамол электростанциялари

Шамол электростанциялари. Бир неча шамол қурилмаларининг йиғиндиси шамол электростанциясини ташкил қилади. Қувватига нисбатан шамол электростанцияларини 3 гуруҳга бўлиш мумкин.

1. Кичик қувватли - 0,1-1,0 кВт/соатгача, уларга асосан доимий электр токи ишлаб берадиган шамол қурилмалари киради. Улар асосан аккумулятор батареяларини зарядка қилишда қўлланилади.

2. Ўртача қувватли - 10-100кВт/соатгача, улар ўзгарувчан ток ишлаб чиқаради.

3. Йирик қувватли - > 1000 кВт/соатгача, ҳозирги вақтда бундай шамол энергетик қурилмаларининг тажриба нусхалари синаб қўрилмоқда. Маълумки шамол агрегатнинг қуввати, шамол тезлигига тўғри пропорционал ва иш ғилдираги парраклари сонига эса тескари

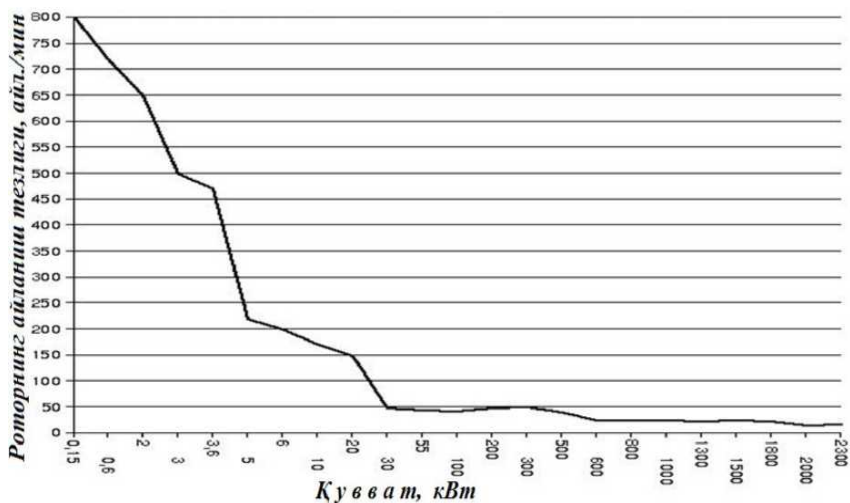
пропорционалдир. Ҳозирги кунда, серияли ишлаб чиқариши мумкун булган шамол агрегатлари иш (шамол) ғилдирагининг айланишлар сони куйидагиларга тенг (айл./мин.): 3000; 1500; 1000; 250; 75; 30. Шамол тезлигининг ошиши билан шамол қурилмаси иш ғилдирагининг айланишлар сони ошади ҳамда мос ҳолда шамол қурилмасининг қуввати ошиб боради.

Шамол қурилмасининг яна бир муҳим элементларидан бири, шамол минорасининг баландлигидир. Таҷрибалар асосида шамол минораси баландлигининг ошиши билан шамол қурилмаси қувватиининг кўтарилиб бориши аниқланган.

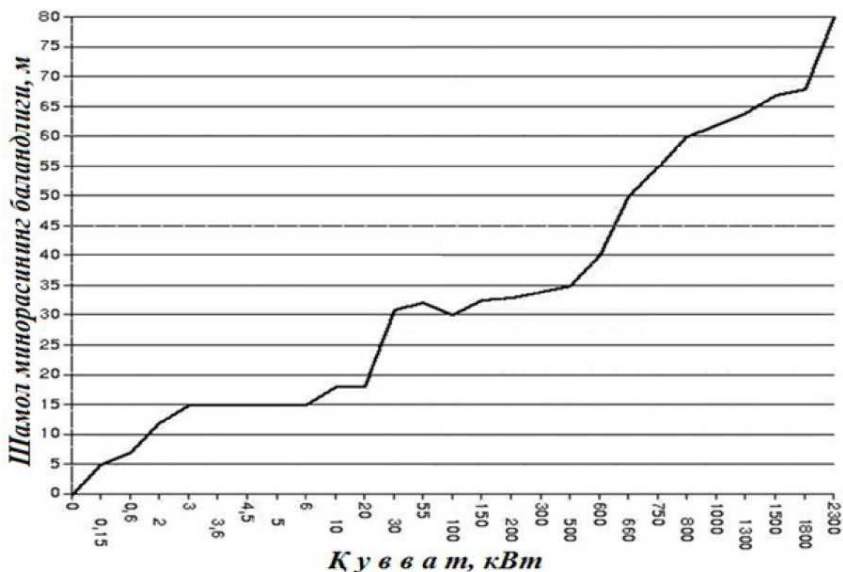
Расмдан кўриниб турибдики, эр сатҳидан баландга кўтарилган сари шамолнинг тезлиги кучайиб, шамол энергоқурилмаларининг ишлаб чиқараётган қуввати ҳам ошиб боради. Аммо шамол энергоқурилмалари маълум бир

баландликка ўрнатилади. Шамол қурилмаси ўрнатилган баландликда эса шамолнинг тезлиги бир хил бўлмасдан катта диапазонда ўзгариб туради.

Шунинг учун шамол энергоқурилмалари тўлиқ қувват билан электроенергия ишлаб чиқара олмайди.



**Шамол қурилмаси иш ғилдираги (ротори)
айланиш тезлиги билан унинг қуввати
орасидаги боғланиш графиги**



**Шамол минорасининг баландлиги билан
шамол қурилмаси қуввати орасидаги
боғланиш графиги**

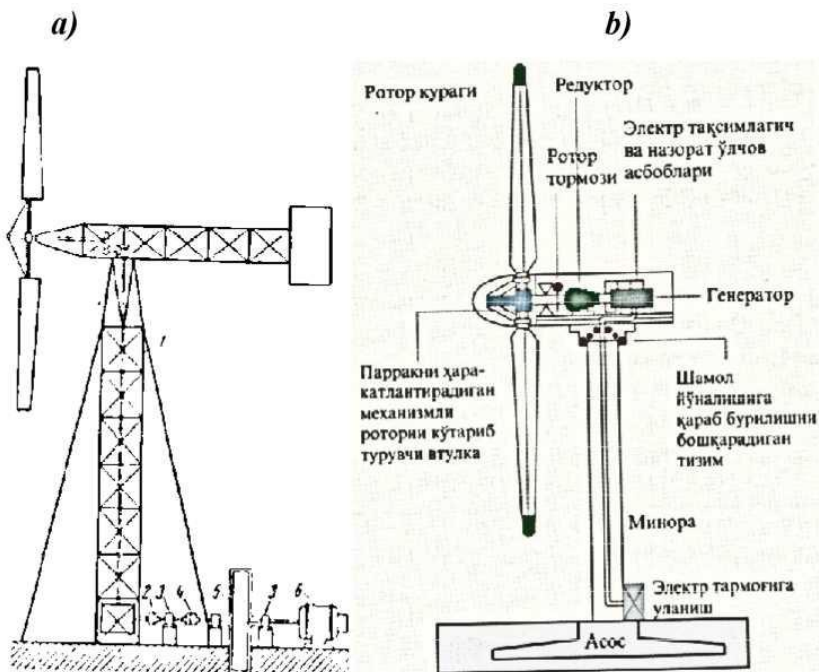
Ишлаб чиқарилаётган энергия микдори ва нархи. АҚШ шамол энергетикаси уюшмасининг маълумотига кўра 2006 йилда Америкада 17 543

кВт электроенергия ишлаб чикилган, умумий нархи 56 082 850 долларга, 1 кВт электроенергиянинг нархи - 3200 долларга тенг булган. Шу йили дунё буйича шамол электростансиялари томонидан 19 483 кВт электроенергия ишлаб чикилган. 2020 йилга келиб. АҚШда шамол электростансиялари томонидан ишлаб чиқариладиган электроенергия микдори 50 минг МВтга эткилиши режалаштирилган. Бу микдор мамлакатда ишлаб чиқариладиган электроенергиянинг 3 % ни ташкил қилади холос.

Ҳозирги кунда шамол электростансиясини қуришга кетган маблағ қоплангандан сунг, 1 кВт электроенергиянинг нархи 0,10 -0,07 долларга тенг бўлгандагина шамол энергетикаси самарали ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасида биринчи бўлиб Чорвоқ сув омборининг дам олиш зонасида

(Тошкент вилоятида) энг катта шамол энергокурулмаси ўрнатилди. Қуввати 750 кВт/соат бўлган шамол энергокурулмасини ўрнатиш, Жанубий Кореянинг «Doojin Co. LTD» компанияси ёрдамида олиб борилди. Шамол энергокурулмаси майдончасига 40 м баландликдаги минорага шамол тезлигини ўлчовчи анемометрлар ва бошқа назорат-ўлчов асбоблари ўрна-тилган. Шамол энергокурулмаси бир йилда 12,3 миллион кВт/соат электроенергия ишлаб чиқаради, натижада 700 000 м³ табиий газ тежалади.



Анаънавий (a) ҳамда замонавий саноат (б)

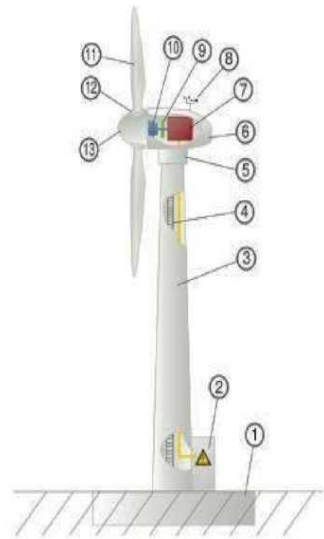
шамол энергетик қурилмаларининг схемаси:

*1-шамол двигатели; 2-улаш муфтаси; 3-
таянч подшипниги; 4-еркин айланиш муфтаси;
5-инерсион аккумулятор; 6-синхрон генератор.*

a)



b)



**Саноатда ишлаб чиқариладиган шамол
энергетик қурилмалари
нинг жойлашиши (а) ва тузилиши (б):**

*а) жойлашиши; б): 1-фундамент; 2-куч
контакторлари ва бошқарув занжирини ўз
ичига олган куч шкафи; 3 - минора; 4-чиқиш
нарвони; 5-айлантириш механизми; 6 -
гондола; 7 - электр генератори; 8 -шамол*

йўналишини шмол йўналиши ва тезлигини кузатувчи тизим(анемометр) 9 - тўхтатиш тизими; 10- трансмиссия;11-паррактлар;12- паррактлар жойлашиш бурчагини ўзгартириш тизими;13 -ротор қалпоғи.

«Ўзгидромет» институтининг хабар беришича, шамол энергоқурилмаси ўратилган ҳудудда шамолнинг ўртача тезлиги 4,3 м/с ни, қиш даврида эса 6,6-7,1 м/с ни ташқи қилар экан. Шамолнинг кўрсатилган тезликлари, шамол энергоқурилмасини барқарор ишлашини таъминлайди.

8 – Маъруза. Электр тармоқлари ва тизимлари

Режа:

1. Электр тармоқлари ва тизимлари
2. Электр станциялар ва подстанциялар
3. Электр энергияни узатиш ва тақсимлаш қурилмалари

Электр тармоқлари ва тизимлари

Ишлаш режимининг умумийлиги ҳамда электр ва иссиқлик энергиясини ишлаб чиқариш ва тақсимлашнинг узлуксизлиги билан бир бутун бўлиб боғланган электр станциялар, подстанциялар, ҳаво электр узатиш йўллари ва иссиқлик тармоқлари тўплами **электр энергетика тизимини** ташкил этади.

Энергетика тизимининг электр қисми – электр тизими деб аталиб, унга: электр станциялар, яъни уларнинг синхрон генераторлари, тақсимловчи электр ускуналари, кучланиш оширувчи куч трансформаторлари; ҳаво электр узатиш йўллар; электр подстанциялар; электр тармоқлари ва истеъмолчилари киради.

Электр тармоғи электр тизимининг бир қисми бўлиб, электр энергияни узатиш ва тақсимлаш вазифасини бажарувчи подстанциялар ва ҳаво электр узатиш йўлларида ташкил топади. Электр тармоқ маълум бир ҳудудда подстанциялар, электр узатгичлар ва электр тақсимлагичларни ҳамда уларни бошқариш ва ҳимоялаш жихозларини ўзида мужассамлаштирган электр қурилмалар тўпламидир. У тақсимлагич подстанциялар ва бирлаштирувчи ҳаво ва кабел электр узатиш йўлларида ташкил топади.

Электр қурилма – бу шундай қурилмаки, унда электр энергия ишлаб чиқарилади, электр энергияни бир турдан, масалан, ўзгарувчан токдан, иккинчи турга, яъни ўзгармас токка ёки тескарига, айлантирилади; кучланиши ёки частотасини ўзгартирилади, электр энергия тақсимланади ва истеъмол қилинади. Электр қурилманинг ишлаш тартиби ва вазифаларини унинг электр схемаси ва тузилиши белгилайди.

Тақсимловчи қурилмалар РУ (распределительные устройства) электр қурилмалар сафига кириб, муайян кучланишли электр энергияни қабул қилиш ва тақсимлаш учун мўлжалланган ва унинг таркибига коммутация жихозлари, ёрдамчи қурилмалар ҳамда шинали ток ўтказгичлари киради. Тақсимловчи қурилмалар атмосфера ҳавода ишловчи очик тақсимловчи қурилма ОРУ (открытие распределительные устройства) ва металл қобикда

ишловчи ёпиқ тақсимловчи қурилма ЗРУ (закритие распределительные устройства) турида бажарилади. Ёпиқ қурилма герметик зич қилиб беркитилган бўлса, ГРУ (герметические распределительные устройства) деб аталади.

Электр подстанциялар электр қурилмалар тўплами бўлиб, унда электр энергиянинг кучланиши, токининг тури - ўзгармас ёки ўзгарувчан, частотаси бўйича ўзгартирилиб, истеъмолчи фидерларларига бўлиб тақсимланади. Подстанция таркиби: электр энергиянинг кўрсаткичлари-параметрларини ўзгартириш учун хизмат қиладиган куч трансформаторлари, электр энергияни бир ҳилдан иккинчи ҳилга айлантирувчи ўзгартгич қурилмалар (преобразовательные устройства), тақсимлаш қурилмалари (распределительные устройства) РУ, бошқариш қурилмалари, химоя қурилмалари - жихозлари (защитные устройства) ва ўлчаш

асбоблари (измерительные устройства) ҳамда ёрдамчи иншоотлардан ташкил топади. Подстанцияларнинг **ташқи электр таъминоти** кучланиши 500 кВ, 220 кВ, 110 кВ, 35 кВ ҳаво электр узатиш йўллари орқали амалга оширилади. Электр подстанциялар, хизмат бурчига қараб, пасайтириш ёки бирлашган тортиш-пасайтириш гуруҳларига ажратилади. Улар ер ости ёки ер устида жойланиши мумкин.

Таянч подстанция (опорная ТП) электр энергияни ташқи электр тақсимоти тармоғидан сони икки ва ундан ортиқ бўлган 35 кВ, 110 кВ ёки 220 кВ кучланишли ҳаво электр узатиш йўллардан олади ҳамда транзит, шоҳобчаланган ва туликсимон подстанцияларнинг электр таъминоти тармоғини электр энергия билан таъминлайди.

Транзит-оралик подстанция (промежуточная ТП) таянч подстанциялар ички электр таъминотининг икки тармоғидан электр

энергияни олиб, тармоқларнинг таянч подстанциялари оралиғини энергия билан таъминлайди.

Шохобча подстансия (ответвленная ТП) ёпиқ шохобчаланган бўлиб, таянч подстанциялар ички электр таъминотининг икки тармоғидан электр энергияни олиб, тармоқларнинг транзит подстанциялари оралиғини энергия билан таъминлайди.

Боши берк подстансия (тупиковая ТП) бошқа подстансиялар электр таъминотининг икки тармоғидан электр энергияни олиб, тармоқларни мазкур подстанциягача бўлган оралиғини энергия билан таъминлайди.

Пасайтирувчи подстанция электр қурилмаларининг электр таъминотига ва электр истеъмолчиларга мўлжаллангандир.

Электр энергиядан кенг фойдаланишнинг асосий сабаби унинг бошқа энергияларга нисбатан куйидаги афзалликларидир:

-электр энергия ишлаб чиқариш учун кўпчилик табиий энергия манбаларидан, биринчи навбатда, ёқилғи ва сув манбаларидан фойдаланиш имконияти;

-электр энергияни унча кўп маблағ сарфламасдан узоқ масофага сифатли узатиш имконияти;

-электр энергияни жойлашиши ва қуввати турлича бўлган истеъмолчилар орасида бемалол тақсимлаш имконияти;

-электр энергияни бошқа хил энергияга: иссиқлик, механик, ёруғлик, юқори частота, магнит импулси, гидроимпульс, кимёвий ва бошқа энергияга айлантиришнинг осонлиги ва юқори самарадорлиги.

Ҳаво электр узатиш йўллари ток ўтказувчи кўп томирли алюмин-пўлат симлардан; осма изоляторлар ва изолятор гирляндлари ёки таянч изоляторларидан; ёғоч, бетон ёки металл конструкцияли таянч устунлардан; изоляторларни тутиб турувчи конструкциялардан; яшиндан ҳимояловчи тросслардан ташкил топган бўлади. Ҳаво электр узатиш йўллар бир ёки икки занжирли бўлиб, туман, аҳоли пунктлари, истеъмолчи худудларида жойлашган бўлади.

Электр схемалар блок схема, принципиал-тамоил схема ва монтаж схемаларга бўлинади, ҳамда бирламчи ва иккиламчи улама шохобчалар орқали ифодаланади.

Комплектли трансформатор подстансия (КТП) ички ёки ташқи қурилмалар турида бажарилиб, уч фазали саноат частотали ўзгарувчан токни қабул қилиш ва тақсимлаш учун хизмат қилади. КТП шаклан ичига коммутация

жихозлари, химоя, автоматика ва телемеханика ҳамда ўлчов асбоблари ва қўшимча қурилмалар жойлаштирилган заминланган (ерланган) металл шкафдан ташкил топади.

Комплектли тақсимловчи қурилма КРУ лар икки турдан иборат: 10 кВ ёки 6 кВ кучланишли қурилмалардан иборатдир.

Иккиламчи кучланиши 400 В гача бўлган саноат ва шаҳар тармоқларидаги трансформаторли кичик тақсимлаш подстанциялари **трансформатор пунктлари** дейилади.

Номинал кучланиш–бу стандарт бўйича андозаланган кучланишлар қийматининг 1-жадвалда келтирилган қаторидан олинади ва асосий, яъни базавий, кучланишни ташкил қилади.

1-жадвал.

Кучланиш синфи, кВ	Энг катта ишчи кучланиш, кВ	Электр тармоғи номинал кучланиши,	Энг узоқ вақт ишлашга рухсат этилган
--------------------	-----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

		кВ	кучланиш кВ
Турғун курилмалар			
3	3,6	3,00	3,5
		3,15	3,5
		3,30	3,6
6	7,2	6,0	6,9
		6,6	7,2
10	12	10,0	11,5
		11,0	12,0
		13,8	15,2
15	17,5	15,0	17,5
		15,75	17,5
		18	19,8
20	24	20,0	23,0
		22,0	24,0
24	26,5	24,0	26,5
27	30,0	27,0	30,0
35	40,5	30,0	40,5
110	126,0	110,0	126,0
220	252,0	220,0	252,0
330	363,0	330,0	363,0
500	525,0	500,0	525,0
Ўзгармас токли тортувчи тармоқда			
0,600	0,700	0,550	0,700 (0,72)
0,825	0,975	0,750	0,975 (1,95)

1,5	1,95	1,5	1,95
3,0	3,85 (4,0)	3,0	3,85 (4,0)
Ўзгарувчан токли тортувчи тармоқда			
25,0	29,0	25,0	29,0
2x25	29,0	25,0	29,0

Бош тақсимловчи подстанциялари ГРП билан подстанция ТП лар орасида 6 кВ, 10 кВ, 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ кучланишли ҳаво электр узатиш йўллардан фойдаланилади.

Тақсимловчи қурилмалар на фақат подстанция бўлагигина бўлмай, улар мустақил равишда **тармоқ тугуни** ҳам ҳисобланадилар. Бу ҳолда уларни **тақсимловчи пункт** РП (распределительный пункт) деб аталади.

Электр ускуналарининг нейтраллари деб генератор ёки трансформаторларнинг юлдуз шаклида уланган чулғамларининг умумий нуқтасига айтилади.

Нейтралларининг иш ҳолатларига қараб электр тармоқлари уч гуруҳга бўлинади:

1) нейтраллари заминланган (глухо) тармоқлар;

2) нейтраллари заминланмаган (изоляцияланган) тармоқлар;

3) нейтраллари компенсацияланган тармоқлар.

Электр станциялар ва подстанциялар

Электр энергия ишлаб чиқаришга қилишга мўлжалланган корхона ёки қурилма **электр станция** деб аталади. Электр энергияни ўзгартириш ҳамда тақсимлашга мўлжалланган электр подстанциялар электр энергия истеъмолини таъминлашда муҳим вазифани ўтайди.

электр станция - бу бирламчи энергоресурсларни ёқиш ёки сувнинг энергиясидан фойдаланган ҳолда электр, баъзи ҳолларда эса қўшимча иссиқлик энергияси ишлаб чиқариладиган саноат корхонасидир.

Табиий манбанинг турига қараб электр станциялари қуйидагиларга бўлинади:

1. Иссиқлик электр станциялари – ИЭС:

а) **Конденсацияли электр станциялар – КЭС;**

б) **Иссиқлик электр марказлари – (ИЭС);**

в) **Газ-турбинали ва буғ-газ қурилмали электр станциялар.**

Катта туман истеъмолчиларига хизмат кўрсатадиган КЭСлар давлат иссиқлик электр станциялари ГРЭС деб аталади.

2. Гидроэлектрстанциялар ва **гидроаккумуляцион электр станциялар** ГЭС ва ГАЭС.

3. Атом электр станциялари АЭС.

4. Қуёш электр станциялари СЭС (солнечные).

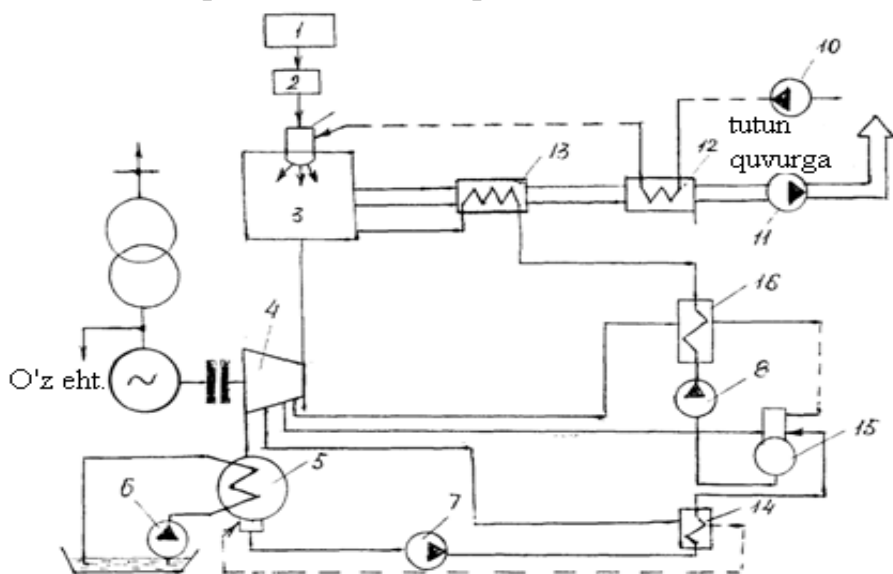
5. Шамол электр станциялари ВЭС (ветровые).

6. Дизел электр станциялари ДГ-.

7. Денгиз оқим ва тўлқин электр станциялари.

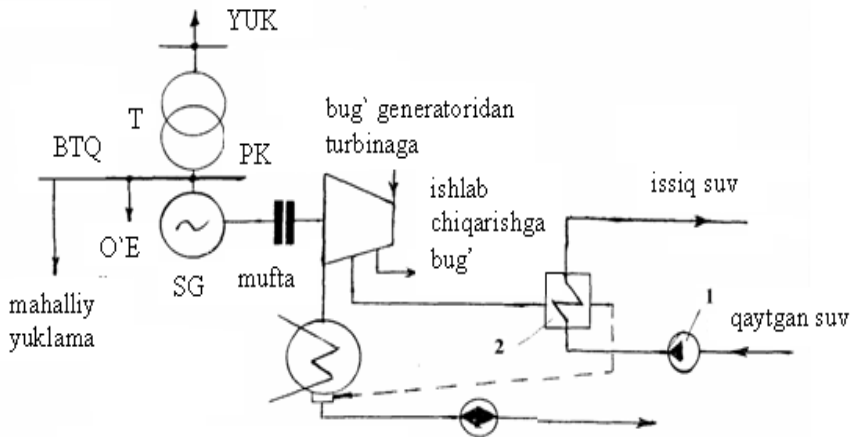
8. Геотермал электр станциялари ГТЭС–
ернинг ички иссиқлик мабаларидан фойдаланувчи
электр станциялар.

Дунёда ишлаб чиқариладиган электр энергиянинг кўп қисми ТЭС, АЭС ва ГЭСларга тўғри келади. Ўзбекистон ҳудудида 85% дан кўпроқ электр энергия иссиқлик электр станцияларида ишлаб чиқарилади.



Конденсацияли электр станция КЭС схемаси:
1-ёқилғи омбори ва ёқилғи узатиш тизими; 2-
ёқилғи тайёрлаш тизими; 3-буғ генератори; 4-
турбина; 5-буғни сувга айлантирувчи
конденсатор; 6-циркуляцион насос; 7-конденсат
насоси; 8-таъминловчи насос; 9-буғ
генераторининг ўтхонаси; 10-паррак; 11-утун
тортгич; 12-ҳаво иситгич; 13-сув экономайзери;
14-паст босимли сув иситгич; 15-генератор; 16-
юқори босимли иситгич.

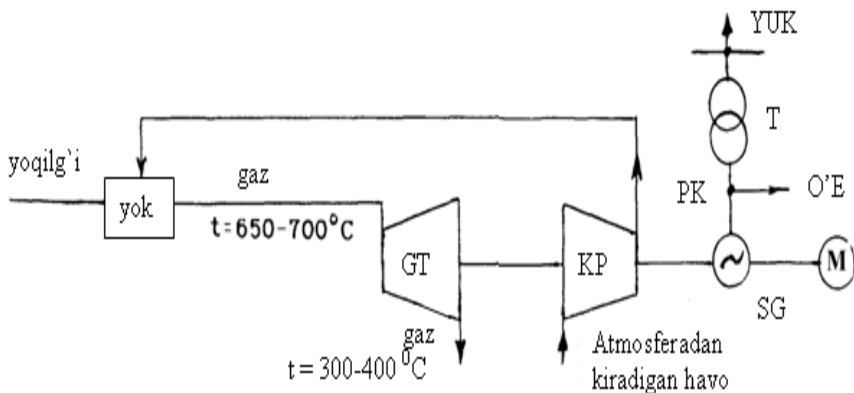
Иссиқлик электр марказлари ТЭС ларини эса
истеъмолчиларга яқин жойларга қурилади ва ТЭС
лар ташиб келтириладиган ёқилғидан ёки қувурда
келувчи табиий газдан фойдаланади. ТЭСларда
электр ҳамда иссиқлик энергияси ишлаб
чиқарилади. Улар нисбатан тежамли ишлайди ва
фойдали иш коэффициентлари 60 ÷ 70% га этади



Иссиқлик электр маркази ИЭМ схемаси: 1-
конденсат насоси; 2-иситкич.

Газ турбинали электр станцияларнинг асосини қуввати $25 \div 100$ МВтли газ турбиналар ташкил этади.

Ёниш камерасига ёқилғи: газ ёки дизел ёқилғиси ташланади, шунингдек, у ерга компрессор орқали сиқилган ҳаво ҳайдалади.



Газ турбинали электр станция схемаси: ЁК-ёниш камераси; ГТ-газ турбина; КП-компрессор; СГ-синхрон генератор; Т-трансформатор; М-ишга туширувчи мотор; ЮК-юқори кучланишли тармоқ; ЎЭ-ўз эҳтиёж тармоғи

Тақсимлаш қурилмалари

Тақсимлаш қурилмаси РУ (Распределительные устройства) - бу электр энергияни қабул қилиш ва тақсимлаш учун хизмат қилувчи ҳамда электр жихозлар, шиналар ва ёрдамчи қурилмаларга эга бўлган электр ускунадир.

Агар тақсимлаш қурилмаси бино ичига жойлашган бўлса, у ёпиқ тақсимлаш қурилмаси ЗРУ (Закритие распределительные устройства) деб аталади.

Ёпиқ тақсимлаш қурилмалар одатда $3 \div 20$ кВ ли кучланишга мўлжаллаб қурилади. Бироқ тақсимлаш қурилмага ажратилган майдон чекланган бўлса, ёки атмосфера жуда ифлосланган бўлса, шунингдек чекка шимол районларида ҳам $35 \div 220$ кВ кучланишли ёпиқ тақсимлаш қурилмалари қўлланиши мумкин.

Тақсимлаш қурилмалари электр қурилмаларининг ишончли ишлашини таъминлаши керак. Бу талаб электр асбоб-ускуналарини тўғри танлаш ва жойлаштириш, тақсимлаш қурилмалари тури ва конструкциясини танлаш ПУЭ га мувофиқ бажарилади.

Тақсимлаш қурилмаларига хизмат қилиш қулай ва хавфсиз бўлиши керак. Унда жойлашган

асбоб-ускуналар бир-бирини тўсмай яхши кўриниши, таъмирлаш ишларини бажаришга қулай бўлиши, уларни кўздан кечириш ва таъмирлаш пайтида хавфсиз бўлиши керак.

Тақсимлаш қурилмалари ишлаш ишончилигини, қурилишга капитал ҳаражат қилинишини ҳамда хизмат қилиш хавфсиз ва қулай бўлишини, кенгайтириш имкониятини, заводда тайёрланадиган йирик блокли қисмларни максимал қўллашни таъминлаши лозим.

Очиқ тақсимлаш қурилмалари ОРУ

(Открытие распределительные устройства) барча жихозлари, одатда, унча баландда бўлмаган фундаментда жойлашади. Унинг худуди бўйлаб асбоб-ускуналарни монтаж ҳамда таъмир қилишни механизация ёрдамида бажариш учун махсус йўллар қилинади. Шиналар кўп симли ўтказгичлардан эластик қилиб ёки трубалардан тайёрланиши мумкин.

Очиқ тақсимлаш қурилмалари ёпиқларига қараганда қуйидаги авфзалликларга эга: қурилиш ишларининг ҳажми кичик, қуриш вақти кичик; кенгайтириш ва реконструкция қилиш учун қулай; ҳамма жихозларини кузатиш осон.

Шу билан бир қаторда паст ҳароратда ва ёғингарчиликда очиқ тақсимлаш қурилмаларига хизмат қилиш анча ноқулай, ёпиққа нисбатан анча катта майдонни эгаллайди, улардаги жихозлар тез ифлосланади, чанг босади ва ҳарорати ўзгариб туради.

Номинал параметрлари. Ҳар бир электр қурилмалар ҳамма жихозлар учун умумий бўлган параметрлар ва тавсифларга эга. Булар қуйидагилардир: номинал кучланиш; номинал узлуксиз ток; чегаравий бўйлама ток; электродинамик ток пухталигининг номинал токи; термик-иссиқлик пухталигининг номинал токи; улаш ва ўчириш номинал токлари; ўчиришнинг

номинал қуввати; улаш ва ўчиришнинг умумий вақти; кучланишнинг тикланиш тезлиги; занжирнинг хусусий частотаси ва бошқалар.

Тақсимлаш қурилмалар комплекти КРУ

(комплект распределительных устройств) шкафлари ёки камералари ички қурилмалар учун ҳам ташқи қурилмалар КРУН учун ҳам чиқарилади. Бунда Н ҳарфи-ташқи дегани.

9 – Маъруза. Электр энергия исрофини камайтириш усуллари

Режа:

1. Электр тармоқларидаги қувват исрофи турлари
2. Электр энергия исрофини камайтириш усуллари
3. Энерготежамкорликни интеллектуал бошқариш қурилмалари

1. Электр тармоқларидаги қувват исрофи турлари

Истеъмолчилар нормал ишлаши учун актив ва реактив қувватлар керак бўлади. Реактив қувват магнит майдонини ҳосил қилиш учун сарфланади ва ёқилғи сарфланишини талаб қилмайди. Аммо уни линиялар орқали узатиш тармоқ

элементларида маълум актив сарфи билан боғлиқ. Бу элементларда реактив қувват ҳам сарфланади, бу эса реактив қувват ишлаб чиқарилишини талаб қилади. Шунинг учун реактив қувват истеъмолчиларни камайтириш актив энергияни тежайди, қувват исрофи ва кучланиш йўқотилишини камайтиради.

Қувват исрофи икки хил бўлади: юкламали, юкламага боғлиқ бўлган ва салт иш исрофи, юкламага боғлиқ бўлмаган. Бошқа томондан, исрофларни техникавий, ташкилий ва тижорат (коммерция) исрофларига ажратиш мумкин.

Техникавий исрофлар – тармоқни қайта куриш, ускуналарни алмаштириш ёки қўшимча ускуналар ўрнатиш тадбирларини кўзда тутати.

Буларга қуйидагилар кирати:

- 1) компенсацияловчи ускуналарни ўрнатиш;
- 2) симларни катта кесим юзали симлар билан алмаштириш;

3) кўп юкланган ва кам юкланган трансформаторларни алмаштириш;

4) ростлаш ускуналарини ўрнатиш (РПН ва ПБВ ли трансформаторлар, кучланиш қўшувчи трансформаторлар, пунктланган реакторлар ва бошқалар);

5) трансформация коэффициентларини автоматик ростлаш;

6) сиғимли батареялар қувватини автоматик ростлаш;

7) юқори ва ўта юқори кучланишли ёпиқ тармоқларда қувват оқимини ростловчи ускуналарни ўрнатиш (масалан, ростловчи трансформаторлар, РТ);

8) тармоқни юқори кучланишга ўтказиш;

9) реле химояси, автоматика, телемеханиканинг такомиллашган турларини тадбиқ этиш.

Ташкилий исрофлар – хизмат кўрсатишни яхшилаш тармоқ схемаларини ва иш режимларини оптималлаш тадбирларини кўзда тутати.

Буларга киради:

1) тармоқнинг ўрнатилган режимини иш тартибини реактив қувват бўйича оптималлаш (КУ ва трансформациялаш коэффициентини оптимал ростлаш қонунларини танлаш);

2) 6-35 кВ ли тармоқларнинг узилиш жойларини оптималлаш;

3) системада реактив қувват танқислиги мавжуд бўлганда генераторларни синхрон конденсаторлар режимига ўтказиш;

4) радиал тармоқларнинг таъминлаш марказларида иш кучланишларини оптималлаш;

5) кам юкломали режимларда трансформаторларни ўчириш;

6) тармоқ фазаларида юкломаларни тенг тақсимлаш;

7) таъмирлаш ва хизмат кўрсатиш вақтини қисқартириш ва сифатини яхшилаш;

8) қувват исрофини камайтиришнинг янги усулларини ишлаб чиқиш ва яратиш;

9) хизмат ходимларини рағбатлантириш ва бошқалар.

Тижорат (Коммерция) исрофлари – хизмат кўрсатишни яхшилаш кўзда тутилади ва истеъмолчилар билан ҳисоб-китоб вақтида энергоназорат амалга оширади. Бунга киради:

1) аниқлик синфи кичик бўлган энергия ўлчагич асбобларини ўрнатиш;

2) ўғирликлар билан курашиш;

3) назорат системасини яхшилаш ва бошқалар.

Тармоқ юкламаси ортганда исрофлар ошади. Истеъмолчиларнинг актив ва реактив юкламаларини ўзгариши энергосистемада актив ва

реактив қувватлар оқимларини ҳамда ундаги исрофни ўзгаришига сабаб бўлади.

Шунинг учун доимо исроф даражасини назорат қилиш керак, чунки улар бутун тармоқнинг тежамли ишлашини аниқлайди. Исроф даражасини бошқариш муаммосига системавий ёндашиш мураккаб масала ҳисобланади ва фақат замонавий иқтисодий-математик моделлар ва ЭҲМлар ёрдамида уни комплекс ечиш мумкин. Бунда асосий қийинчилик, тармоқ режимлари тўғрисида хабарларни йиғиш ва қайта ишлаш ҳисобланади, чунки улар юкламалар ўзгариши билан доимо ўзгариб туради.

Ички электр таъминлаш тармоқларидаги юклама ва исрофлар ўзгаришини энергосистема тармоқларидаги исрофларга таъсирини ҳисобга олиш учун умумлаштирилган коэффицентлар ишлатилади: истеъмолчилар тармоқларида актив

қувват ўзгарганда энергосистема тармоқларида актив қувват исрофининг ортиши коэффициенти $K_{п}$; реактив қувват ўзгарганда актив қувват исрофини ортиши коэффициенти $-K_{э}$. $K_{э}$ коэффициентлари реактив қувватнинг иқтисодий эквиваленти деб аталади. Агар, масалан, $K_{э} = 0,05$ бўлса, бу дегани, агар саноат корхонаси тармоғида реактив қувват 100 кВар га ортса, энергосистема тармоғида исроф энергосистема ходими ЭХМ ёрдамида характерли режимлар учун аниқлайди.

2. Электр энергия исрофини камайтириш усуллари

Электр энергиясининг технологик исрофлари, ўлчаш тизимининг хатоликларини ҳисобга олган ҳолда уни узатишда, ҳамда электр тармоқларида тарқатилиши учун зарур бўлган миқдордир.

Техник исрофлар подстанцияларнинг ўз эҳтиёжлари сарфлари, синхрон компенсаторлар ва

статик конденсаторлар батареялари сарфлари ҳамда электр энергиясини ҳисобга олиш тизимининг руҳсат этилган хатоликлари билан боғлиқ электр энергияси нобаланслигидан иборат.

Электр энергиясининг техник исрофларини ҳисоблаш уч турга бўлинади:

1. Ретроспектив
2. Тезкор
3. Истикболли

Ретроспектив ҳисоб – китоблар ўтган давр интервалида (ой, чорак, йил) электр энергиясининг техник исрофларини белгилайди ва қуйидагилар учун хизмат қилади:

-электр энергиясининг техник исрофлари тузилмасини аниқлаш;

-электр энергиясининг юксалган исрофларига эга тармоқ элементлари гуруҳини аниқлаш;

-тижорат исрофларини баҳолаш.

Тезкор ҳисоб-китоблар жорий давр интервалида электр энергиясининг техник исрофларини белгилайди ва қуйидагилар учун хизмат қилади:

-электр энергиясининг техник исрофларини жорий қиймати юзасидан назорат;

-электр энергиясининг техник исрофларини камайтириш мақсадида жорий режимини тезкор равишда тўғрилаш;

-электр тармоқ элементларининг гуруҳлари бўйича электр энергиясининг техник исрофлари таркибини аниқлаш учун ретроспектив маълумотлар базасини шакллантириш.

Истиқболли ҳисоб-китоблар келгуси даврда электр энергиясининг техник исрофларини режалаштирилаётган миқдорини белгилайди ва меъёрлаштириш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Энергетика тизимининг электр тармоқлари схемалари ва режимлари хусусиятлари ҳамда

маълумот таъминоти бўйича тўртта тармоқлар гуруҳига ажратилади, унда техник исрофлар турли усуллар билан ҳисобланади:

-220-500 кВ электр тармоқлари;

-35-110 кВ электр тармоқлари;

-6 - 10 кВ электр тармоқлари;

-0,4 кВ электр тармоқлари;

Ёпиқ корхоналар учун тармоқдаги исрофларни камайтириш тадбирларини қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

1. Электр тармоқларини кенгайтириш билан юкламалар ўсишини эътиборга олиб тармоқларнинг ўтказиш қобилиятини оширишнинг капитал маблағлар билан боғлиқлиги.

2. Тармоқ иш ҳолатини бошқариш, бунда капитал харажатлар бўлиши ёки бўлмаслиги ҳам мумкин.

3. Истеъмолчилар иш режимини бошқариш.

4. Корхона тармоқларини кенгайтириш қуйидагилар билан асосланган:

– 6–10/0.4 кВ ва 35/10 кВ нимстанция истеъмолчиларини ўсиши билан;

– БПП (бош пасайтирувчи п/ст) жойлашиш ўрни билан;

– БПП даги трансформатор қуввати билан;

– ЭУЛ (ЛЭП) симлари кўндаланг кесим юзаси билан;

– тармоқ конфигурациясининг бошқа параметрлари орқали, масалан оптимал қийматга яқин бўлган ҳолатлар юклама ўзгариши билан оптимал ҳолатга тўғри келмайди.

Тармоқни қайта ишлаш вақтида шуни эътиборга олиш керакки, агар кучланиш ўз номинал қийматидан ошса, линия ва трансформатордаги исроф камайишида эффектив шарт ҳисобланади. Агар тармоқни 6 кВ дан 10 кВ га ўзгартирсак, электр энергия исрофини

камайтириш 15–20% га, балки 30% ва кам бўлса, куч трансформаторини алмаштириш ҳам мақсадга мувофиқ.

Электр энергия исрофини камайтиришнинг эффе́ктив усули куйидагича: статик конденсаторларни ўрнатиш, бу билан 20–25% исроф камаяди. Бундай ҳолларда конденсатор батареяларини ўрнатиш жойи тармоқнинг 0.4 кВ ли қисмида бўлиши лозим. Бунда кабеллар кесим юзаси ва тақсимловчи тармоқда электр энергия исрофи камаяди. Юқори кучланишли ва паст кучланишли конденсатор ўртасидаги фарқ куйидагича кучланиш 6–10 кВ – 15%; кучланиш 0.4 кВ – 35%.

Ўртача 1 кВАр реактив қувват компенсациясига 1 йилда 350–400 кВт*соат электр энергия исрофини камайтириш мумкин.

3. Энерготежамкорликни интеллектуал бошқариш қурилмалари

Тарихдан энергия нисбатан қиммат бўлмаган. Электр энергияни эффектив ишлатишда бошқариш тизими муҳимлиги иккиламчи даражали бўлган, шунинг учун конструктив ва архитектур жихатдан кўриб чиқилмаган. Энергияни қиммат бўлмаганлиги ва кенг тарқалган оммабоплиги кескин иқтисодий ўсишга олиб келди, аммо сарф харажатлар ва атроф-муҳитга таъсири кучайиб кетди: кўмир ёқилғиларни сарфлари, атроф муҳитга салбий таъсири ва бошқалар.

Энергетик мустақиллик ва қиммат баҳо қоғозлар хақида қонунни 2007, қўшма штатларида электр тармоқларни ақилли тармоқ -XIII ўз йўлида эришиш ва модернизация қилишга олиб келди.

Тахминан 2005 йилдан буён Интеллектуал тизимларга қизиқиш жуда ошиб борди. Ахборот

коммуникация технологиялари (АКТ) электр тармоқларини ишлатишни замонавийлаштириш бўйича катта имкониятларни яратишини тан олиш энергетик секторда декарбонлаш реалистик нархларда амалга оширилиши ва самарали назорат қилинишига ишонч ҳосил қилинди. Ундан ташқари интеллектул тизимни стимуллаш зарурлигига ишонч ҳосил қилишга яна бир қатор сабаблар ойдинлаштирилди.

Хизмат кўрсатиш даврини баҳолаш ва занжирнинг имкониятларини қисқариши

Жаҳоннинг кўплаб қисмида (масалан АҚШ ва Европанинг кўплаб давлатларида) энергетика тизими 1950 йиллардан бошлаб кескин кенгайди ва ўша вақтда ишга туширилган узатиш ва тақсимлаш жиҳозлари ҳозирги вақтга келиб меёрий хизмат кўрсатиш муддатларини ўтаб бўлганлиги сабабли уларни алмаштириш талаб этилади. Энергетик жиҳозларни бундай тартибда

алоҳида-алоҳида алмаштириш катта капатал маблағни талаб этишидан ташқари айрим пайтларда улар айна пайтда ишлаб чиқариладими ёки умуман уни ишлаб чиқариш учун мутахассислар мавжудми деган саволлар туғилади.

Кўплаб давлатларда ҳаво линияларининг занжирлари орқали оқувчи қувватлар юкламанинг ошиб бориши ёки қайта тикланувчан генерациянинг ошиши билан ортиб боради. Шу сабабли ўзларининг қувват узатиш чегараларида ишлаётган айрим линиялар орқали қўшимча қувватни узатиб бўлмайди ёки уларга қайта тикланувчан генерацияни улаб бўлмайди. Бундай қийинчиликларни бартараф этиш учун бундай юкланиш чегарасида ишловчи линияларда узатилувчи қувватни оширмасдан қувват узатиш учун захирага эга бўлган линиялардан

фойдаланишни таъминловчи интеллектуал тизим алоҳида аҳамиятга эга.

Қизиш бўйича чегаралар

Мавжуд узатиш ва тақсимлаш линиялари ва жиҳозларида қизиш бўйича чегаралар уларда чексиз вақт давомида узатиш мумкин бўлган энг катта қувват билан белгиланади. Энергетик жиҳоз орқали ўтувчи ток унинг қизиш гартларидан келиб чиқиб аниқланувчи токдан катта бўлганда у ўта даражада қизийди ва унинг изоляцияси кескин курийди. Бу жиҳознинг иш даврини қисқартиради ва шикастланиш хавфини оширади. Ҳаводаги электр узатиш линиясининг таянчлари орасидаги масофа катта бўлган жойларда бундай қизиш натижасида ўтказгичларнинг кенгайиб салқилигини ошиши уларни чалкашиб қолиш ёки улар билан ер орасидаги масофани хавфли даражагача камайишига олиб келиши мумкин.

Ишлатиш бўйича чегаравий шартлар

Ҳар қандай электр энергетика тизими руҳат этилган ҳолат параметрларида, жумладан руҳсат этилган кучланиш ва частотада ишлайди. Параметрларнинг чегарадан чиқиб кетиши электр жишишлар муддатини кескин қисқаришига, уларнинг шикастларишига, тармоқдаги исрофларни кескин ошиб кетишига ва шу каби номаъқул ҳолатларни келтириб чиқариши мумкин. Бундай ҳолатларнинг олдини олиш ёки бартараф этишда интеллектуал тизим алоҳида ўринни эгаллайди.

Таъминотнинг хавсизлиги (узлуксизлиги)

Замонавий жамият юқори даражада ишончли бўлган электр таъминотини талаб этади. Анъанавий ишончилиқни ошириш усули қўшимча қурилмаларни ишга туширишни вам ос ҳолда кўп миқдорда капитал мабғағни талаб этади. Интеллектуал тизим эса, электр тармоқнинг схемасини автоматик тарзда оптимал танлаш ва

таъминлаш ҳисобига бундай қўшимча маблағни бартараф этади.

Миллий тақлифлар

Қўшлаб мамлакатларда Интеллектуал тизимларга уларни жорий этиш янги маҳсулот ишлаб чиқариш ва хизматларни ташкил этиш учун муҳим иқтисодий/тижорий имкониятларни очади деб қаралади.

10 – Маъруза. Электр энергияни ўзгартириш. Трансформаторлар. Тузилиши ва ишлаш принципи

Режа:

1. Бир фазали трансформаторлар.
Трансформаторларнинг тузилиши.
2. Трансформаторларнинг салт ишлаш
режими.
3. Трансформаторларнинг қисқа туташув
режими.

Таянч иборалар: трансформациялаш, ўзгарувчан ток энергияси, статик электромагнит қурилма, қувват бўйича трансформаторлар, куч трансформаторлари, махсус электротехник пўлат пластиналар, трансформациялаш коэффициенти, фойдали иш коэффициенти.

Бир фазали трансформаторлар

Телекоммуникация воситалари ва курилмаларини ишлатишда турли номиналлардаги ўзгарувчан ток кучланишларидан фойдаланишга тўғри келади. Ҳатто бир курилманинг ўзида турли номиналлардаги кучланишлар керак бўлиб қолади. Шу сабабли ўзгарувчан ток кучланишини ўзгартиришга тўғри келади. Айни бир частотанинг ўзида ўзгарувчан ток кучланиши билан ток кучини бир вақтда ўзгартириш ўзгарувчан ток энергиясини трансформациялаш (ўзгартириш) дейилади. Бу вазифани трансформаторлар бажаради.

Трансформатор деб, бир параметрдаги ўзгарувчан ток энергиясини бошқа параметрдаги ўзгарувчан ток энергиясига ўзгартириб берувчи статик электромагнит курилмага айтилади. Ўзгарадиган параметрлар ток, кучланиш, фазалар

сони, частота (махсус трансформаторларда) бўлиши мумкин.

Иккиламчи электр таъминоти қурилмаларида трансформаторлар кўпинча бир қийматдаги ўзгарувчан кучланишнинг бошқа қийматдаги ўзгарувчан кучланишга ўзгартириш учун қўлланилади. Қувват бўйича трансформаторлар куч трансформаторлари (бир кВА дан юзлаб кВА ларгача), кичик қувватли трансформаторларга (ВА бирликларида кВА бирликларигача) бўлинади. Кичик қувватли трансформаторлар телекоммуникация ва радиоаппаратураларида кучланиш ёки токни ўзгартириш учун мослаштирувчи ёки ажратувчи трансформаторлар сифатида қўлланилади.

Куч трансформаторлари радиокорхоналар ва симли алоқа корхоналари таъминот занжирларида қўлланилади.

Трансформатор ўзгарувчан ток аппарати бўлиб, ўзгармас токда ишламайди.

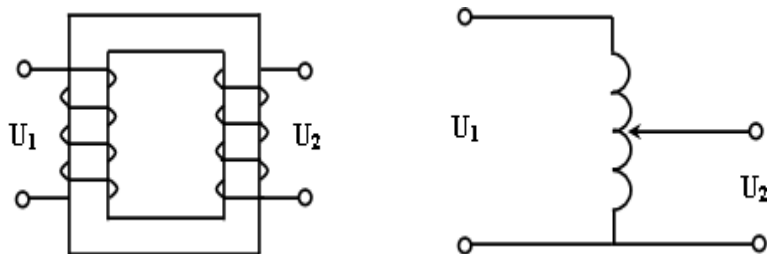
Ҳар қандай трансформатор икки асосий қисм, яъни берк пўлат ўзак ва мис симдан ўраладиган чўлғамлардан иборат. Трансформатор ўзаги махсус электротехник пўлат пластиналардан йиғилади. Бу пластиналар қалинлиги трансформатор ишчи частотасига боғлиқ, частота қанча юқори бўлса, пластина шунча юпқа бўлади. Ўзак шакли ва унда чўлғамларнинг жойлашиши бўйича трансформаторлар стерженли, бронли (ш-симон), торреодал ва лентасимон кесимли бўлиши мумкин. Бажарилиш схемаси бўйича трансформаторлар (яъни чўлғамлар сони бўйича) бир, икки ва кўп чўлғамли бўлиши мумкин. Электр энергияси манбасига уланадиган чўлғам бирламчи, истеъмолчига уланадиган чўлғам эса иккиламчи чўлғам дейилади.

Трансформаторнинг бирламчи чўлғами битта, иккиламчи чўлғамлари эса бир нечта бўлиши мумкин. Бир чўлғамли трансформатор автотрансформатор дейилади (ТВ стабилизаторидаги маиший трансформатор). Унда иккиламчи чўлғам бирламчи чўлғамнинг бир қисми ҳисобланади. Унда бирламчи ва иккиламчи томонлар орасида ҳам магнит, ҳам электр алоқа мавжуд. Икки чўлғамли трансформатор битта бирламчи ва битта иккиламчи чўлғамларга эга бўлади. Улар бир-бирларидан электр жиҳатидан изоляцияланади. Кўп чўлғамли трансформатор битта бирламчи ва бир неча иккиламчи чўлғамларга эга бўлиб, улар бир-бирлари билан электр жиҳатдан боғланмайди.

Ишчи частотаси буйича трансформаторлар шартли равишда қуйидагиларга ажратилади;

- камайтирилган частотали (50 Гцдан кичик).
- саноат частотали (50 Гц)

- оширилган частотали (100 Гц-10 кГц)
- юқори частотали (10 кГцдан юқори).



10.1–расм. Бир фазали
трансформаторнинг схемаси

Фазалар сони бўйича трансформаторлар бир фазали (10.1-расм) ва кўп фазали (уч фазали, олти фазали ва х.к.) бўлиши мумкин. Бирламчи чўлғам фазалари сони электр энергияси манбаи фазалари сони орқали, иккиламчи чўлғам фазалари сони эса

трансформаторнинг схемадаги вазифаси орқали аниқланади.

Кучланиш бўйича трансформаторлар кичик кучланишли (унинг ҳар қандай чўлғамининг кучланиши 1000В дан кичик бўлади) ва юқори кучланишли (унинг чўлғамларидан камида бирининг кучланиши 1000В дан катта бўлади) трансформаторларга бўлинади.

Трансформаторнинг асосий қисмлари берк пўлат ўзак (магнит ўтказгич) ва унга ўраладиган чўлғамлар ҳисобланади. Ўзақлар стерженли, бронли, торреодал, тасмасимон кесимли бўлиши мумкин (10.2–расм).

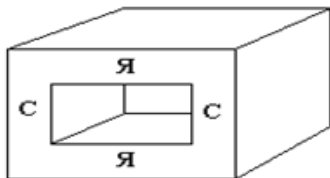
Ўзакнинг чўлғам ўраладиган қисми стержен, чўлғам ўралмайдиган ва магнит занжирни туташтириш учун хизмат қиладиган қисми эса ярмо дейилади.

Стерженли бир фазали трансформаторларда чўлғамлар ҳар иккала стерженларга (ҳар бир

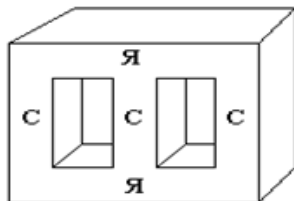
чўлғамнинг ярми биринчи стерженга ва бошқасига эса иккинчи ярми) ўралади. Бронли (Ш-симон) бир фазали трансформаторлари ҳар иккала чўлғамлар ўртадаги стерженга ўралади, уч фазали трансформаторларда эса ҳар бир фаза бирламчи ва иккиламчи чўлғамлар ўз стерженларига ўралади. Торреодал трансформаторлар бир фазали ва кичик қувватли тарзда ясалади. Ўзақлар материали Э-41, 42 ва бошқа маркалардаги махсус электротехник пўлат пластиналарда ташкил топади.

Пластиналар қалинлиги трансформатор частотасига боғлиқ. $f=50$ Гц частотада ишлайдиган трансформаторлар учун 0,5 мм ёки 0,35 ммли қалинликдаги пўлат пластиналардан, юқорироқ частоталарда ишлайдиган трансформаторлар учун эса 0,2 дан 0,08 ммли қалинликдаги пўлат пластиналардан фойдаланилади.

Стерженли



Бронли



Торреодал



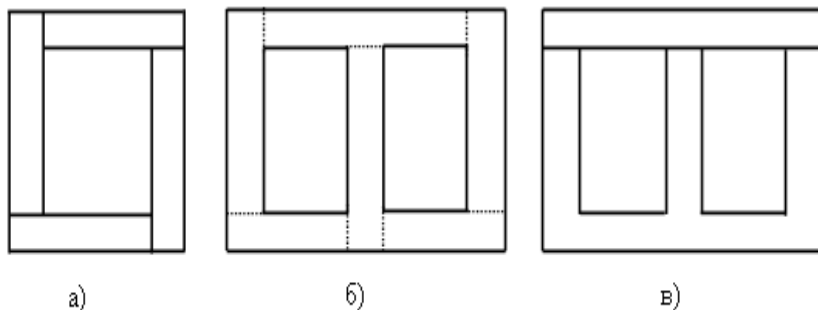
Тасмасимон
кесимли



10.2–расм. Трансформаторнинг тузилиши

Трансформаторлар ўзгарувчан токда ишлаганлиги учун пўлат ўзакларда уюрма тоқлар (Фуко тоқлари) пайдо бўлади, улар трансформатор пўлат ўзагидаги қувват йўқотишларига сабаб бўлади. Бу йўқотишларни камайтириш учун ўзаклар юпқа пластиналардан йиғилади ва бу пластиналар бир томонидан бир-бирларидан изоляциялаш учун лак қоплами билан қопланади (ёки юпқа қоғоз ёпиштирилади). Стерженли

Ўзақлар тўғри бурчакли шаклдаги алоҳида пластиналардан йиғилади (10.3-расм).



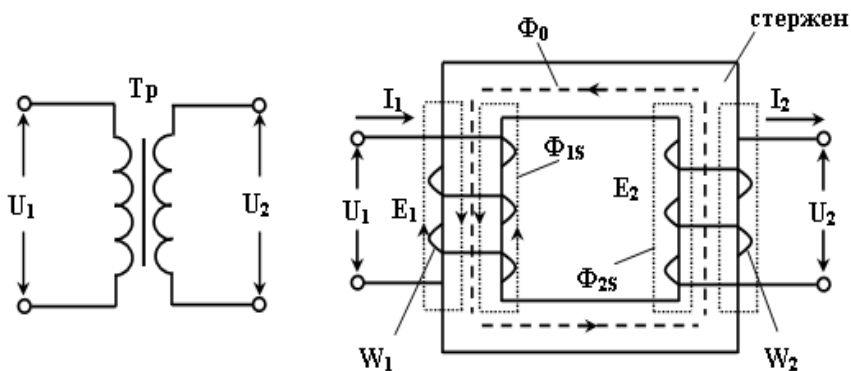
10.3-расм. Ўзақлар, а,б-стерженли, в-
бронли.

Бронли ўзақлар штампланган Ш-симон пластиналардан йиғилади. Торреодал ўзақлар оширилган частотали кичик қувватли (ўнлаб Втлар) трансформаторлар учун ясалади.

Кучланишни трансформациялаш коэффициенти бўйича трансформаторлар камайтирувчи ва орттирувчи трансформаторларга бўлинади.

Трансформаторнинг ишлаш принципини икки чўлғамли стерженли трансформатор ёрдамида кўриб чиқамиз (10.4–расм).

Трансформаторнинг ишлаш принципи бир-бирлари билан электр жиҳатдан боғланмаган ва кўзгалмас икки ёки бир неча чўлғамларнинг ўзаро электромагнит таъсирланишига асослангандир. Чўлғамлар W_1 ва W_2 ўрамлар сони орқали характерланади.



10.4–расм. Трансформаторнинг ишлаш принципи

Трансформаторнинг учта: салт ишлаш, қисқа туташув ва юклама иш режимлари мавжуд.

Бу режимларни кетма-кет кўриб чиқамиз.

Трансформаторнинг салт ишлаш режими.

Салт ишлаш режимида трансформаторнинг бирламчи чўлғами ўзгарувчан ток манбаига уланади, иккиламчи чўлғамининг учлари эса очиқ қолади, яъни иккиламчи чўлғам токи нолга тенг бўлади. U_1 кучланиш синусоидал қонун бўйича ўзгаради деб олайлик. Унинг таъсирида бирламчи чўлғамдан салт ишлаш токига тенг бўлган $I_1=I_0$ синусоидал ток оқиб ўтади. I_0 токнинг қиймати трансформатор қувватига боғлиқ; кичик қувватли трансформаторларда I_1 ток номинал қийматининг 25-30 фоизига, катта қувватли трансформаторларда эса I_1 ток номинал қийматининг 3-10 фоизигача етади. I_1 ток таъсирида $F_0=I_0 \cdot W_1$ магнитловчи куч вужудга келади ва бу куч трансформатор ўзагида Φ_0

магнит оқимини ҳосил қилади. Унинг катта қисми трансформатор магнит ўзагида туташади ва бирламчи (ўрамлари сони W_1 бўлган) ва иккиламчи (ўрамлар сони W_2 бўлган) чўлғамларнинг барча ўрамларини кесиб ўтадиган Φ_0 асосий магнит оқимини ҳосил қилади. Φ_0 магнит оқимининг унга катта бўлмаган қисми бирламчи чўлғам атрофида ҳавода туташади ва фақат бирламчи чўлғамга боғланган Φ_{1s} тарқалиш оқимини ташкил қилади.

Φ_{1s} оқим бирламчи чўлғамда тарқалиш ЭЮКини индукциялайди:

$$e_{1s} = -W_1 \frac{d\Phi_{1s}}{dt} = \omega W_1 \Phi_{1s} \sin(\omega t - 90^\circ), \quad (10.1)$$

Асосий магнит оқими Φ_0 эса бирламчи ва иккиламчи чўлғамларда мос ЭЮКларни индукциялайди.

$$e_1 = -W_1 \frac{d\Phi_1}{dt} = \omega W_1 \Phi_{1s} \sin(\omega t - 90^\circ), \quad (10.2)$$

$$e_2 = -W_2 \frac{d\Phi_2}{dt} = \omega W_2 \Phi_{2s} \sin(\omega t - 90^\circ), \quad (10.3)$$

Агар Φ_0 оқимни синусоидал деб ҳисобласак, яъни $\Phi_0 = \Phi_{0m} \sin \omega t$ бўлса, у ҳолда индукцияланган ЭЮКлар (10.2) ва (10.3) ларга мувофиқ куйидаги тарзда ёзилади:

$$e_1 = -W_1 \cdot \omega \cdot \Phi_{0m} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = \omega \cdot W_1 \cdot \Phi_{0m} \cdot \sin(\omega t - \pi) \quad (10.4)$$

$$e_2 = -W_2 \cdot \omega \cdot \Phi_{0m} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = \omega \cdot W_2 \cdot \Phi_{0m} \cdot \sin(\omega t - \pi), \quad (10.5)$$

бу ерда $\omega W_1 \Phi_{0m} = E_{1m}$, $\omega W_2 \Phi_{0m} = E_{2m}$, яъни e_1 ва e_2 ҳам синусоиал қонун бўйича ўзгаради, лекин фаза бўйича $\pi/2$ бурчакка орқада қолади. Амалда ЭЮКларнинг оний қийматларига эмас, таъсир этувчи қийматларига таянилиб, улар куйидаги ифодалар орқали аниқланилади:

бирламчи чўлғам ЭЮКининг таъсир этувчи қиймати

$$E_1 = \frac{E_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} W_1 f \Phi_{0m} = 4,44 \cdot f \cdot W_1 \Phi_{0m}, \quad (10.6)$$

иккиламчи чўлғам ЭЮКининг таъсир этувчи қиймати

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot W_2 \Phi_{0m}, \quad (10.7)$$

(10.2) ва (10.3) ифодалардан кўринадики, бирламчи ва иккиламчи чўлғамлар ЭЮКлари бу чўлғамлар ўрамлари сонларига тўғри пропорционал, яъни ўрамлар сони қанча катта бўлса, чўлғам ЭЮКи шунча катта бўлади.

Трансформаторларни $W_1/W_2=E_1/E_2=n$ нисбати билан характерлаш қабул қилинган. Бу нисбат трансформация коэффициенти дейилади. У бирламчи ва иккиламчи чўлғамлари ЭЮКлари ўзаро неча марта фарқ қилишини кўрсатади. Кўп сонли ўрамларга эга бўлган чўлғам юқори

кучланишли чўлғам, кам сонли ўрамга эга бўлган чўлғам эса паст кучланишли чўлғам дейилади.

Агар $W_1 > W_2$ бўлса, трансформатор камайтирувчи, $W_1 < W_2$ бўлса, трансформатор орттирувчи трансформатор дейилади. Трансформатор тармоқдан $S_1 = U_1 \cdot I_1$ қувватни истеъмол қилади, у иккиламчи томондаги $S_2 = U_2 \cdot I_2$ қувватдан катта ёки унга тенг бўлади, яъни $S_2 < S_1$. Шунинг учун трансформатор чўлғамидаги кучланиш қанча катта бўлса, ундаги ток шунча кичик бўлади, яъни

$$n = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{I_2}{I_1}, \quad (10.8)$$

Агар трансформатор бирламчи чўлғамидаги ва ўзакдаги энергия исрофи ҳисобга олинмаса ва бутун Φ_0 магнит оқим бўйича туташади, деб ҳисобласак, E_1 ЭЮК Ленц қонуни бўйича U_1 берилган кучланишга қиймат бўйича тенг, ишора

бўйича эса қарама-қарши бўлади, яъни $-\dot{E}_1 = \dot{U}_1$ бўлади. Лекин амалда ўзакдаги ва магнит оқими тарқалиши исрофларини ҳисобга олмаса бўлмайди. Шунинг учун реал трансформаторларда \dot{I}_0 салт юриш токи \dot{I}_{0a} актив ва \dot{I}_{0p} реактив ташкил этувчиларга эга бўлади, яъни

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_{0a} + \dot{I}_{0p}, \quad (10.9)$$

\dot{I}_{0a} актив ташкил этувчи трансформатор магнит ўтказгичларидаги қувват йўқотиш учун сарф бўлади (гистерезис ва уюрма тоқларга), \dot{I}_{0p} реактив ташкил этувчи магнит ўзакда Φ_0 асосий магнит оқимини ҳосил қилишга сарф бўлади.

Бундан ташқари реал трансформаторнинг бирламчи чўлғами r_1 актив қаршилиққа эга, бу қаршилиқда \dot{I}_0 ток таъсирида $\dot{U}_{0a} = \dot{I}_{0r_1}$ кучланиш камаяди. Бундан ташқари Φ_{1s} тарқалиш оқимининг мавжудлиги учун бирламчи чўлғамда $\dot{E}_{1s} = -jx_1 \dot{I}_0$ тарқалиш ЭЮКи вужудга келади, бу

ерда x_1 -бирламчи чўлғам тарқалиш индуктив қаршилиги. Киргхофнинг иккинчи қонунига биноан берилган \bar{U}_1 кучланиш трансформатор бирламчи занжиридаги барча кучланишлар пасайишига тенг бўлиши керак, яъни

$$\bar{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{E}_{1s} + \dot{I}_0 r_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_0 r_1 + j x_1 \dot{I}_0 \quad \text{ва} \quad \bar{U}_2 = \dot{E}_2 \quad (10.10)$$

Ушбу муносабатларга асосланиб салт ишлаш режимида трансформаторнинг вектор диаграммасини куриш мумкин (10.5-расм).

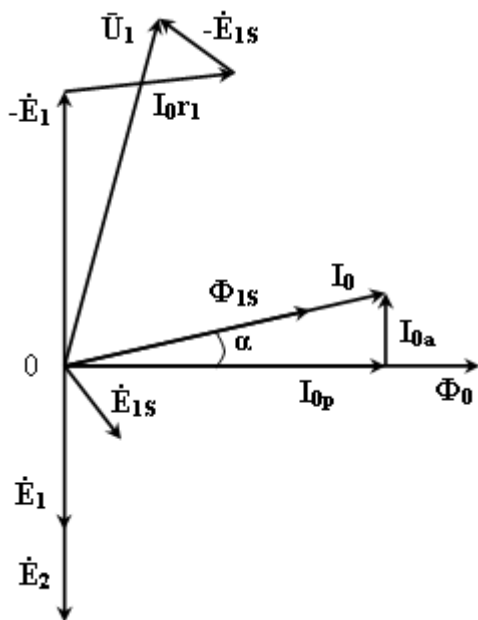
Вектор диаграммани куришни горизонтал йўналишда Φ_0 магнит оқимининг векторини кўйишдан бошлаймиз. Биз синусоидал идеал оқим ҳолатини кўриб чиқаётганлигимиз учун улар индукциялайдиган \dot{E}_1 ва \dot{E}_2 ЭЮКлар оқимдан фаза бўйича 90° га орқада қолади (\cos ишораси алмашгани учун). Мусбат айланиш йўналиши

сифатида соат мили йўналишига қарама-қарши йўналиш қабул қилинади.

Токнинг реактив ташкил этувчиси \dot{I}_{0p} Φ_0 оқимнинг йўналишига мос тушади, актив ташкил этувчиси \dot{I}_{0a} эса, Φ_0 оқимни 90° га орқада қолдиради. \dot{I}_0 ток геометрик ($\dot{I}_{0a} + \dot{I}_{0p}$) йиғинди каби аниқланади. Φ_0 ва \dot{I}_0 орасидаги бурчак магнит кечикиш бурчаги ёки магнит йўқотишлар бурчаги дейилади ва пўлат ўзакдаги қувват йўқотилиши қийматига боғлиқ бўлади. Тарқалиш оқимининг вектори Φ_s \dot{I}_0 токнинг йўналишига мос тушади, \dot{E}_{1s} вектор эса ундан 90 фоизга ортда қолади. Кейин (3.10) тенгламадан фойдаланамиз.

0 нуқтадан $-\bar{U}_1$ векторни қўямиз ва унинг охирига $\dot{I}_0 r_1$ векторни \dot{I}_0 векторга параллел қўямиз.

Вектор диаграммадан кўриниб турибдики, салт ишлаш режимида \dot{E}_1 ва \dot{E}_2 векторлар \bar{U}_1 векторга нисбатан 180° фоизга яқин бурчакка сурилган.



10.5–расм. Трансформаторнинг салт ишлаш режимидаги вектор диаграммаси

(10.10) ифодада $r_1 + j x_1 = z_1$ белгилаш мумкин, у ҳолда

$$\bar{U}_1 = -\dot{E}_1 + z_1 \cdot \dot{I}_0, \quad (10.11)$$

Бу комплекс қаршиликнинг модули $z_1 = \sqrt{r_1^2 + x_1^2}$ бирламчи чўлғамнинг тўлиқ қаршилиги ҳисобланади. (2.10) ифодада $-\dot{E}_1 = \dot{I}_0 z_0$ алмаштириш мумкин, бу ерда z_1 – пўлат ўзак киритадиган тўлиқ қаршилик. \dot{I}_0 ток $-\dot{E}_1$ вектордан фаза бўйича ортда қолаётганлиги учун z_0 қаршилик фақат актив (r_0) ташкил этувчига эмас, индуктив (x_0) ташкил этувчига ҳам эга бўлади, яъни $z_0 = r_0 + jx_0$ бўлади.

x_0 ва r_0 ларда ажраладиган энергия ўзакда асосий магнит оқимини ҳосил қилиш ва унда вужудга келадиган йўқотишларни қоплаш учун сарфланади. Буни ҳисобга олиб (2.11) ифода $\bar{U}_1 = \dot{I}_0 z_1 + \dot{I}_0 z_0 = \dot{I}_0 (z_1 + z_0)$ тенглик кўринишига ўзгартирилади. Бу тенгламага асосланиб салт ишлаш режимидаги трансформаторнинг эквивалент схемаси чизилади (3.6–расм).

Трансформаторнинг параметрларини аниқлаш учун салт ишлаш тажрибаси ўтказилади. Кўп

трансформаторларда салт ишлаш режимда бирламчи чўлғамдаги қувват йўқотишлари кам, иккиламчи чўлғамдаги қувват йўқотишлари эса 0 га тенг бўлганлиги учун $\dot{E}_1 \approx \bar{U}_1$, $\dot{E}_2 = \bar{U}_2$ деб ҳисоблаш мумкин. Шундай қилиб, салт ишлаш режимда $n \approx U_1/U_2$ трансформациялаш коэффиценти, ўзакдаги қувват исрофи (бошқача қилиб айтганда салт ишлаш йўқотишлари ёки доимий йўқотишлар) ва салт ишлашдаги Z_1 ва Z_0 кириш қаршиликлари аниқланади.

$$\bar{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{E}_{1s} + \dot{E}_1 + \dot{I}_0 r_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_0 r_0 + j x_0 \dot{I}_0$$

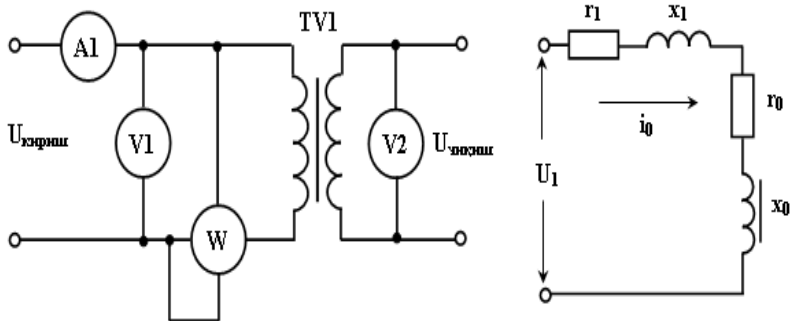
$$\bar{U}_0 = \dot{E}_2$$

$$r_1 \neq j x_1 = Z_1$$

$$\bar{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{E}_{1s}$$

$$\bar{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_0 \cdot Z_1$$

$$Z_1 = \sqrt{r_1^2 + x_1^2} \quad \text{тўлиқ қаршилик}$$



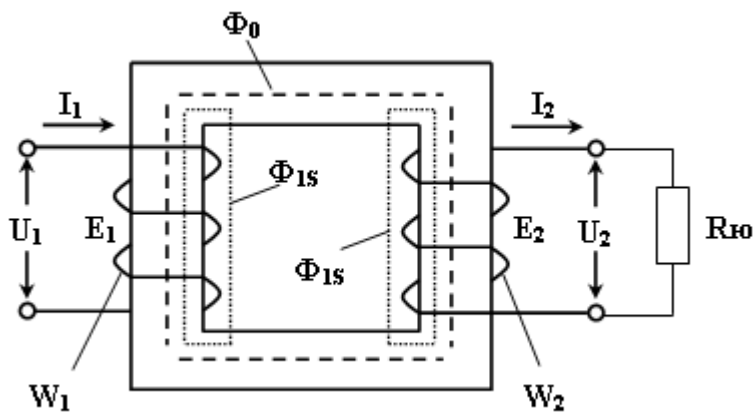
10.6–расм. Салт ишлаш тажрибасини ўтказиш схемаси ва унинг эквивалент схемаси

Трансформаторнинг юклама режими. Агар трансформаторнинг иккиламчи чўлғамига юклама уланса, у ҳолда трансформатор ишчи режимда ишлайди (10.7–расм). Бу режимда трансформатордаги физик жараёнлар юклама хусусиятига боғлиқ бўлади. Икки асосий актив-индуктив ва актив-сиғимли юкламали ҳолларни кўриб чиқамиз.

Агар бирламчи чўлғамга U_1 кучланиш берилса, иккиламчи чўлғам эса юкламага уланса, у ҳолда ҳар иккала чўлғамлардан мос равишда \dot{I}_1 ва \dot{I}_2 тоқлар оқиб ўтади. Улар трансформаторда Φ_{1S} ва Φ_{2S} магнит оқимларини ҳосил қилади. Уларнинг кўп қисми трансформатор ўзагида туташади, қолган кам қисми эса чўлғамлар атрофида Φ_{1S} ва Φ_{2S} тарқалиш оқимларини ҳосил қилиб, ҳавода туташади. Бу оқимлар трансформатор чўлғамларида \dot{E}_{1S} ва \dot{E}_{2S} тарқалиш ЭЮКларини ҳосил қилади, улар бирламчи ва иккиламчи чўлғамлар x_1 ва x_2 индуктив тарқалиш қаршилиқларига сарфланади, яъни

$$\dot{E}_{1S} = -j \dot{I}_1 x_1, \quad (10.12)$$

$$\dot{E}_{2S} = -j \dot{I}_2 x_2, \quad (10.13)$$



10.7 – расм. Юкланган режимдаги бир фазали трансформатор

**11 – Маъруза. Автотрансформаторларлар.
Ўлчов трансформаторлари. Уч фазали
трансформаторлар.**

Режа:

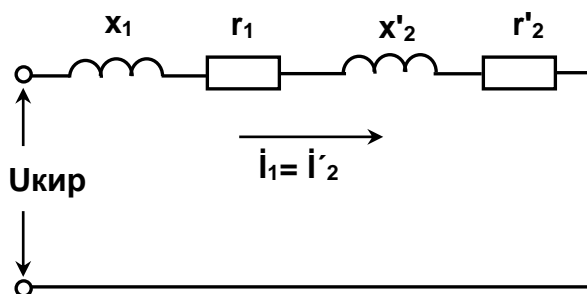
1. Трансформаторларнинг қисқа туташув режими.
2. Трансформаторларнинг юклама режими.
3. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти.

Трансформаторнинг қисқа туташув иш режими. Қисқа туташув режимида бирламчи чўлғам тармоққа уланади, иккиламчи чўлғам эса қисқа туташтирилади. Ишлатиш шароитларида қисқа туташув авария режими ҳисобланади ва чўлғамлар тоқлари катта қийматларга ортиб кетади. Бунда чўлғамлар кучли қизийди ва уларни

деформациялайдиган катта механик кучлар таъсир қилади.

Лекин, ҳар қандай юкламада трансформатор параметрларини аниқлаш учун қисқа туташув тажрибаси ўтказилади. Бу тажрибада иккиламчи чўлғам қисқа туташтирилади, бирламчи чўлғамга эса пасайтирилган U_k кучланиш берилади. Бу кучланиш қисқа туташув кучланиши дейилади ва номиналдан фоизларда ўлчанади, яъни

$$U_k = \frac{U_k}{U_1} \cdot 100\% , \quad (10.14)$$



11.8–расм. Трансформаторнинг қисқа туташув
режимидаги эквивалент схемаси

**Трансформаторнинг фойдали иш
коэффиценти**

Трансформаторнинг тармоқдан оладиган актив истеъмол P_1 қуввати, унинг юклагага узатадиган P_2 қувватига тенг бўлмайди, чунки P_1 қувватни бир қисми магнит оқимини ҳосил қилиш учун, яъни пўлат ўзакдаги ($P_{\text{п}}$) ва чўлғамларни қизиши учун, яъни симлардаги йўқотишлар ($P_{\text{м}}$) учун сарф бўлади, қувватнинг қолган қисми эса юклагага узатилади.

Трансформаторнинг ФИКи юклагага узатиладиган қувватни истеъмол қувватига нисбатидир, яъни

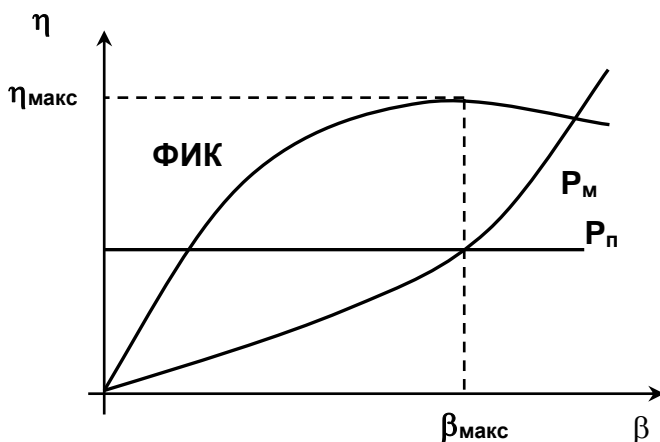
$$\eta = \frac{P_2}{P_1}, \quad (11.1)$$

ФИК кўпинча фоизларда аниқланади:

$$\eta (\%) = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% , \quad (11.2)$$

ёки йўқотишлар ҳисобга олинса:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Pi} + P_M} , \quad (11.3)$$



10.9–расм. ФИКнинг максимал кийматини аниқлаш чизмаси

Симлардаги қувват йўқотишлари юклама токининг қийматига боғлиқ.

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2ю}}$$

Муносабат трансформаторнинг юклама коэффициенти дейилади, у номинал юкламага нисбатан трансформатор канча юкланганлигини кўрсатади. $\eta=f(\beta)$ боғлиқликни кўриб чиқамиз. Ундан кўриниб турибдики трансформаторнинг ФИКи ўзгармас ва ўзгарувчан қувват йўқотишлар ўзаро тенг бўлганида максимал бўлади.

12 – Маъруза. Тўғрилагичлар. Бир ва кўп фазага бошқарилмайдиган тўғрилаш схемалари.

Режа:

1. Тўғрилагичнинг тузилиш схемаси
2. Бир тактли тўғрилаш схемалари
3. Икки тактли тўғрилаш схемалари

Таянч иборалар: тўғриланган кучланишнинг стабиллиги, тўғриланган кучланиш пульсацияси, тўғрилагичлар бошқариладиган ва бошқарилмайдиган бўлади, бир фазали ярим даврли тўғрилаш, трансформатор иккиламчи занжирдан нолинчи чиқиш чиқарилган икки тактли тўғрилаш.

Тўғрилагичнинг тузилиш схемаси. Ярим ўтказгичли диодлар

Республикамизда электр энергияси 50 Гц частотали ўзгарувчан токда тарқатилади, бу билан бирга телекоммуникация аппаратураларининг кўп қисми турли номиналлардаги ўзгармас ток билан таъминланиши сабабли ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш зарурати туғилади. Бунинг учун электр машиналарни ишлатиш мумкин, лекин уларнинг айланувчан қисмлари шовқин ҳосил қилади, махсус фундаментларни талаб қилади ва

қатор камчиликларга эга. Қувватли кучли
вентиллар яратилгандан сўнг электр
машиналардан статик тўғрилаш қурилмаларига,
яъни тўғрилагичларга ўтилди.

Тўғрилагич деб ўзгарувчан токни ўзгармас
токга айлантирувчи қурилмага айтилади.
Ишлатиш жараёнида тўғрилагичлар қуйидаги
қатор техник талабларга жавоб бериши керак:

- 1) талаб қилинадиган кучланиш ва қувват;
- 2) тўғриланган кучланиш пульсациясининг
рухсат этиладиган даражаси;
- 3) хавфсиз хизмат кўрсатиш;
- 4) қулайлик ва бошқариш ишончилиги;
- 5) юқори ФИК;
- 6) тўғриланган кучланишнинг стабиллиги;
- 7) юқори қувват коэффиценти;
- 8) ўта юқори токлардан ва ортиқча
кучланишлардан ишончли ва тезкор химоя;
- 9) техник ишлатишнинг паст нархи;

10) қурилманинг кичик хажмга ва массага эга бўлиши.

Умумий кўринишда тўғрилагич 4 та асосий қисмлардан иборат бўлади (12.1–расм).

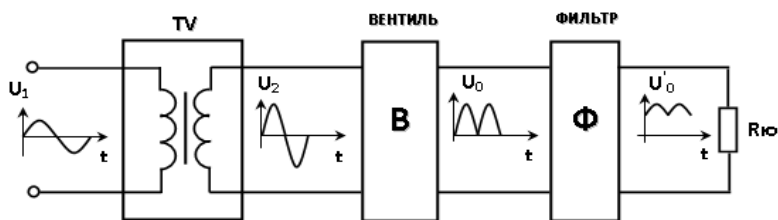
Трансформатор қуйидаги вазифаларни бажаради:

1. Ўзгарувчан ток тармоғи кучланишини тўғриловчи элемент киришида талаб қилинадиган қийматга ўзгартиради.

2. Тўғрилагич ишчи занжирларини ва юкламани таъминлаш тармоғидан ва бошқа истеъмолчилардан галваник (электр) ажратади, яъни уларни мустақил қилади.

3. Кўпинча телекоммуникация апаратуралари талаб қиладиган тўғрилагич бир қутбини ерга улаш имкониятини беради. Баъзан тўғрилагич трансформатори фазалар сонини ошириш учун ишлатилади. Бунинг учун иккиламчи чўлғамлар сони бирламчи чўлғамлар сонига нисбатан икки

мартага оширилади. Бу тўғриланган кучланиш пульсацияси частотасини ошириш ва пульсацияни камайтириш мақсадида қилинади. Бундан ташқари трансформаторнинг иккиламчи томонидаги юлдуз схемада улангандаги фаза чўлғамларининг умумий нуқтаси кўпинча тўғрилагичнинг юклама уланадиган чиқиш қутби бўлиб хизмат қилади.



12.1–расм. Бир каналли тўғрилагичнинг тузилиш схемаси

Вентиллар бир томонлама ўтказувчанликка эга ва ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартиришни амалга оширади. Тўғрилагичда уларнинг сони тўғрилаш схемасига боғлиқ бўлади. Тўғрилагичнинг ҳар бир фазаси камида битта вентиль звеносига эга бўлади. Лекин кўп ҳолларда

талаб қилинадиган ток ва кучланиш қийматини олиш учун ҳар бир вентиль звеносида бир неча вентиллар бўлиши мумкин. Вентиллар кетма-кет, параллел ва мураккаб гуруҳларда уланиши мумкин.

Тўғрилагичдан кейин кучланиш ёки ток пульсланувчан бўлади. Уни ўзгармас ва ўзгарувчан ташкил этувчилардан иборат деб тасаввур қилиш мумкин. Телекоммуникация аппаратуралари пульсланувчан ўзгармас ток билан таъминланганда алоқа сигналларини узатишда жиддий ҳалақитлар юзага келиши мумкинлиги сабабли пульсацияни камайтириш чоралари кўрилади. Бунинг учун вентиллар ва таъминланадиган аппаратуралар орасига силлиқловчи филтър кўйилади. Тўғрилагичнинг чиқиш кучланиши 10...15 фоизга ўзгариши мумкин бўлган таъминот ўзгарувчан кучланиш қийматига боғлиқ. Телекоммуникация

қурилмаларида кўпинча бундай сезиларли тебранишга рухсат берилмайди. Шунинг учун замонавий тўғрилагичларда филтрдан кейин ток ва кучланиш стабилизаторлари қўйилади. Бу звенодан ташқари тўғрилаш қурилмасида коммутациялаш аппаратураси, ҳимоялаш занжири ва бошқалар бўлиши мумкин.

Тўғрилагичлар бошқариладиган ва бошқарилмайдиган бўлади. Бошқарилмайдиган тўғрилагич чиқиш кучланишини бошқариш имкониятини бермайди. У ҳамиша $U_0 = K \cdot U_2$ муносабат орқали аниқланади бу ерда U_0 – чиқишдаги ўзгармас ток кучланиши, U_2 – тўғрилагич киришидаги ўзгарувчан ток кучланиши, K –тўғрилаш схемасининг доимий коэффиценти.

Агар бундай тўғрилагичда чиқиш кучланишини ўзгартириш керак бўлса, киришдаги кучланишни ўзгартиришга тўғри келади.

Бошқариладиган тўғрилагичларда юкламадаги ўзгармас ток кучланишини тўғрилагич ишлаши жараёнида тўғрилагич иш режимига таъсир қилган ҳолда ўзгартириш мумкин.

Тўғрилаш қурилмаларини қуйидагича синфларга ажратиш мумкин:

1) тўғрилаш схемаси бўйича—бир фазали ва кўп фазали, битта ярим даврли (бир тактли) ва иккита ярим даврли (икки тактли);

2) қувват бўйича—кичик қувватли (100 Вт гача), ўрта қувватли (5 кВт гача), катта қувватли (5 кВт дан юқори);

3) тўғриланган ток частотаси бўйича—саноат частотаси (50Гц), оширилган частотали (400 ёки 1000Гц), юқори частотали (1000Гц дан юқори);

4) кучланиш бўйича—кичик кучланишли (250 В гача), ўрта кучланишли (1000 В гача), юқори кучланишли (1000 В дан юқори);

5) иш юкламасининг режими бўйича—узок вақтли, импульсли, қисқа вақтли;

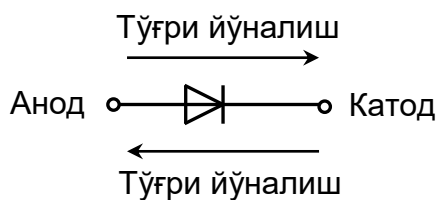
6) тўғрилагичга юкламанинг реакцияси бўйича—актив, индуктив ва сифим реакцияли.

Ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш нозизиқли элемент вентиль ёрдамида амалга оширилади.

Вентиль бир томонлама ўтказишга, яъни бир йўналишдаги токка катта ўтказувчанликка (кичик қаршиликка) ва бошқа йўналишдаги токка кичик ўтказувчанликка (катта қаршиликка) эга бўлади. Вентиль кичик қаршиликка эга бўлган йўналиш тўғри йўналиш дейилади ва $R_{тўғ}$, $I_{тўғ}$, $U_{тўғ}$ катталиклар билан характерланади. Вентиль катта қаршиликка эга бўлган йўналиш эса тескари йўналиш дейилади ва $R_{тес}$, $I_{тес}$, $U_{тес}$ катталиклар билан характерланади. Схемада вентилнинг белгиланиши 12.2–расмда келтирилган.

Аноддан катодга йўналишдаги кучланиш тўғри, катоддан анодга йўналишдаги кучланиш эса тескари кучланиш дейилади. Вентилдан оқиб ўтадиган ток ва вентилнинг асосий электр хусусиятлари унинг вольт-ампер тафсифи (ВАХ) $I=f(U)$ орқали характерланади.

Вентиллар реал ва идеал вентилларга ажратилади. Идеал вентилда $R_{тўғ}=0$, мос равишда $U_{тўғ}=0$, $I_{тўғ}$ ток эса ҳеч нарса билан чекланмайди, $R_{тес}=\infty$, яъни $U_{тес}$ кучланишнинг ҳар қандай қийматида $I_{тес}=0$ бўлади.

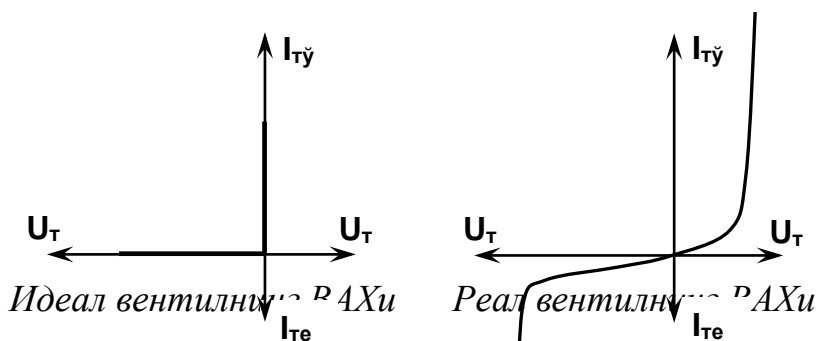


12.2– расм. Схепада вентилнинг белгиланиши

Реал вентиль қандайдир $R_{тўғ}$ қаршиликка эга бўлади, шунинг учун талаб қилинадиган $I_{тўғ}$ тўғри токни олиш учун вентилга маълум қийматдаги

$U_{тҮғ}$ кучланишни бериш керак бўлади. Реал вентиль тескари йўналишда $R_{тес}$ юқори қаршилиқка эга бўлганлиги сабабли қандайдир $I_{тес}$ тескари токни ўтказди (10.3–расм).

Вентиллар бошқариладиган ва бошқарилмайдиган бўлиши мумкин. Ҳозирги вақтда асосан ярим ўтказгичли вентиллар селенли ва кремнийли диодлар, кремнийли бошқариладиган тиристорлар қўлланилади.



12.3 –расм. Ярм ўтказгичли диоднинг вольт-ампер тафсифлари

Германийли венти́ллар, асосан кўпроқ кичик кучланишли тўғрилагичларда қўлланилади, чунки уларнинг $U_{\text{тўғ}}$ кучланиши кремнийли венти́лларга қараганда 2-3 марта кичик.

Кремнийли венти́ллар германийли венти́лларга қараганда катта $U_{\text{тес.рух}}$ кучланишга ва 2-3 марта кичик $I_{\text{тес}}$ токка эга ва қувватли тиристорли тўғрилаш қурилмаларида юқори температураларда қўлланилади. Бошқарилмайдиган кремнийли венти́ллар 1000 А гача $I_{\text{тўғ}}$ тоқлар ва 1000 В гача тескари кучланишларга ишлаб чиқарилади.

13 – Маъруза. Тиристорли бошқариладиган тўғрилагичлар.

Режа:

1. Бир тактли тўғрилаш схемалари

2. Икки тактли тўғрилаш схемалари

Бир тактли тўғрилаш схемалари

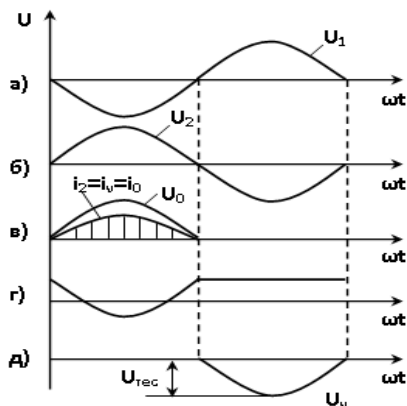
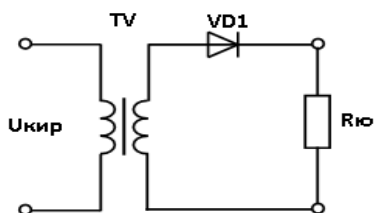
Бир фазали бир тактли тўғрилаш схемаси.

Бир фазали ярим даврли тўғрилаш схемаси 5.4-расмда келтирилган. VD1 диод анодида мусбат потенциал бўлганида ток VD1 диод, $R_{\text{ю}}$ юклама орқали оқиб ўтиб трансформатор иккиламчи чўлғамига туташади. Агар $U_{\text{кир}} = U_{1\text{м}} \cdot \sin \omega t$ бўлса, юкламадаги ток ярим синусоидал шаклда бўлади, юкламадаги кучланиш шакли ҳам шундай шаклда бўлади. Бу тўғриланган ток битта даврда юкламадан оқиб ўтадиган тўғриланган токнинг ўртача қиймати бўлган ўзгармас ташкил этувчига эга бўлади.

Бир тактли тўғрилаш схемасида қуйидаги муносабатлар ўринли ҳисобланади.

$$U_0 = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 = 0,45 \cdot U_2, \quad (13.1)$$

$$I_0 = \frac{2}{\pi} \cdot I_2 = \frac{I_2}{1,57} = 0,637 \cdot I_2, \quad (13.2)$$



13.1–расм. Бир фазали бир тактли тўғрилаш схемаси ва вақт диаграммалари

Ёпиқ вентилга қўйиладиган тескари кучланиш трансформатор иккиламчи чўлғамига қўйиладиган кучланишга прпорционал бўлади:

$$U_{\text{тес}} = U_m = \pi \cdot U_0 = 3,14 \cdot U_0 = \sqrt{2} \cdot U_2, \quad (13.3)$$

яъни, тўғриланган кучланишда π мартага катта бўлади. Тўғриланган кучланиш ва ток

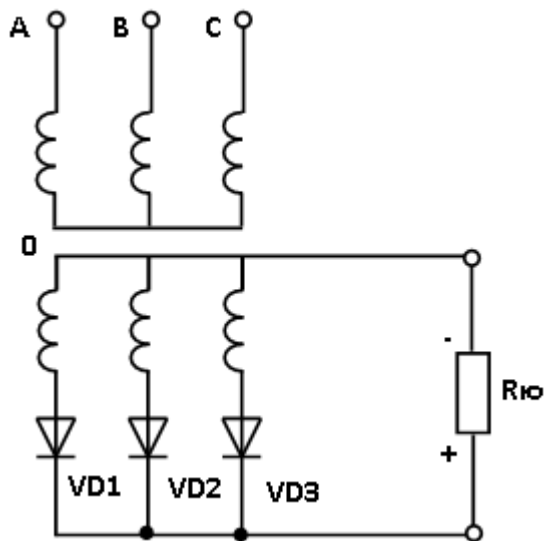
пульсациясининг частотаси $f_{\text{тўғ}}=f_{\text{тар}}$ бўлади (яъни $m=1$).

Уч фазали бир тактли тўғрилаш схемаси.

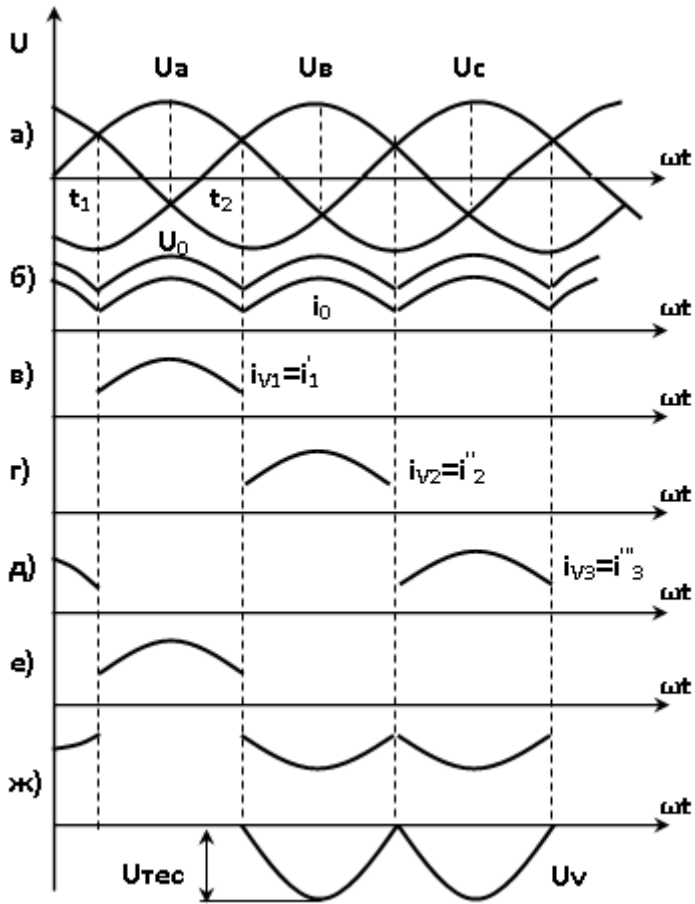
У иккиламчи чўлғами юлдуз схемада уланган уч фазали трансформатор ва трансформатор иккиламчи чўлғамлари фазаларига биттада уланган учта диодлардан иборат. Трансформатор иккиламчи чўлғамлари охириги учлари нолинчи нуқтага, бош учлари эса диодлар анодларга уланади. Барча вентиллар катодлари умумий нуқтага уланади ва тўғрилагич чиқишида мусбат кутбни ташкил қилади (13.5–расм).

Трансформаторнинг нолинчи нуқтаси манфий кутб ҳисобланади. Иккиламчи чўлғам фаза кучланишлари бир–бирларидан $2\pi/3$ бурчакка сурилган бўлади.

Исталган вақт моментида анодида бошқа фазаларга қараганда энг катта мусбат потенциал бўлган фаза диоди очилади (13.6–расм).



13.2–расм. Уч фазали бир тактли тўғрилаш
схемаси



13.3—расм. Уч фазали бир тактли тўғрилаш
схемаси вақт диаграммалари

t_0 ихтиёрий вақт momentiда VD1 диод анодида энг катта мусбат потенциал бўлади ва у очик бўлади. U_{21} кучланиш таъсирида ток биринчи фаза, VD1 диод, $R_{ю}$ юклама орқали нолинчи нуқтага оқиб ўтади.

Юкламадаги кучланиш U_{21} оний қийматга тенг бўлади. t_1 вақт momentигача иккинчи фазадаги кучланиш ҳам мусбат, лекин биринчи фазадаги кучланишдан кичик бўлади, шунинг учун VD2 диод анодидаги потенциал унинг католидаги потенциалдан кичик бўлади ва VD2 диод ёпик бўлади. t_2 моментдан бошлаб учинчи фаза ишлай бошлайди ва жараёнлар даврий такрорланади. Ҳар бир фаза даврининг $2\pi/3$ қисми давомида ишлайди. Тўғрилагич чиқишидаги U_0 кучланиш исталган вақтда иккиламчи чўлғам (фаза диоди очик бўлганда) фаза кучланишининг оний қийматига тенг бўлади, яъни U_0 тўғриланган кучланиш U_2 кучланишнинг оғдирувчиси

ҳисобланади, $I_0=U_0/R_0$ бўлганлиги учун мана шу эгриликнинг ўзи бошқа масштабда ток эгрилиги бўлади. Бинобарин, ток ҳар бир фаза бўйича даврнинг учдан бир қисмида оқиб ўтади.

Вақтнинг бошланиши деб қўш чўлғамлар фазаларидаги U_2 кучланиш U_m кучланишига тенг бўлган моментни оламиз ва $\omega t=\pi/m$ (бу ерда $m=3$) вақт интервалини кўриб чиқамиз. У ҳолда тўғриланган кучланишнинг ўзгармас ташкил этувчиси қуйидаги ифодада орқали аниқланади.

$$U_0 = \left(\frac{m}{2\pi}\right) \int U_m \cdot \cos\omega t d\omega t = \left(\frac{m}{\pi}\right) \cdot U_m \cdot \sin \frac{\pi}{m} = \frac{3}{2} \cdot U_m \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

(13.4)

ёки U_2 таъсир этувчи қийматга ўтиб қуйидагига эга бўламиз:

$$U_0 = (3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot U_2) / 2 \cdot \pi = 1,17 \cdot U_2, \quad (13.5)$$

Тўғриланган токнинг ўзгармас ташкил этувчиси қуйидагича аниқланади:

$$I_0 = \left(\frac{m}{\pi}\right) \int (I_m)^2 \cdot \cos^2 \omega t \, d\omega t = \left(\frac{3}{\pi}\right) \cdot I_m \cdot \sin \frac{\pi}{3} \quad (13.6)$$

Диод ва трансформатор кўш чўлғамларидаги токнинг таъсир этувчи қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$I_2 = \left(\frac{1}{\pi}\right) \int (I_m \cdot \cos \omega t)^2 \, d\omega t = I_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2m}} + \left(\frac{1}{4\pi}\right) \cdot \sin \frac{2\pi}{m},$$

(13.7)

Агар I_0 ва I_2 тоқларни мос равишдаги ўзгартиришларни қилиб, ўзаро таққосласак, $I_0 = I_2 / 0,58 = 1,752 \cdot I_2$ га эга бўламиз. Диодга қўйиладиган тескари кучланиш бу схемада икки синусоидал кучланишлар фарқи орқали аниқланадиган эгрилик орқали тавсифланади. Бу икки фаза кучланишларининг фарқи чизикли кучланишга тенг бўлганлиги учун тескари кучланишнинг максимал амплитудаси трансформатор иккиламчи чўлғами чизикли кучланиши амплитудасига тенг бўлади, яъни

$U_{\text{тес}} = \sqrt{3} \cdot U_m = U_{\text{Л}} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot U_2$ тўғриланган кучланиш
пульсациясининг частотаси $f_n = m \cdot f_c = 3 \cdot f_c$ бўлади.

Бир тактли схемаларда трансформатор иккиламчи чўлғами ҳар бир фазаси токи $(I_m) \cdot I_0$ га тенг бўлган ўзгармас ташкил этувчига эга бўлади ва бу ташкил этувчи бирламчи чўлғам токи билан компенсацияланмайдиган Φ_0 магнит оқимининг ўзгармас ташкил этувчисини вужудга келтиради. Натижада бундай схемаларда трансформатор магнит ўтказгичида мажбурий магнитланиш бўлади. I_0 ток $F_0 = (I_0/m) \cdot W_0$ магнитлаш кучини ҳосил қилади, магнит оқими эса $\Phi_0 = F_0/R_m$, бу ерда R_m магнит оқими йўлидаги магнит қаршилиқдир. Бу оқим трансформатор ўзаги бўйлаб туташолмайди, чунки унинг куч чизиқлари ўзаро қарама–қарши йўналади ва стерженлар атрофида ҳавода туташади. Ҳавонинг R_m магнит қаршилиги катта бўлганлиги учун Φ_0 магнит оқим кам бўлади. Лекин, одатда

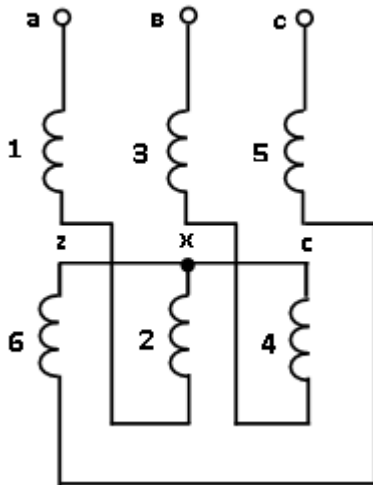
трансформатор магнит ўтказувчан қолип билан ўралади ёки унинг яқинида металл (магнит ўтказувчан) бўлса, у ҳолда Φ_0 магнит оқими сезиларли бўлиши мумкин ва трансформатор нормал иш режимини бузиши мумкин.

Бундан ташқари, тўғрилагич юкламаси ўзгарганда иккиламчи чўлғамлардаги ток ўзгаради ва бунга мос равишда мажбурий магнитланиш интенсивлиги ўзгаради. Бу бир фазали бир тактли тўғрилаш схемаларида кўпроқ сезиларли бўлади, бунда ток паст частотада пульсланади ва пульсланувчан Φ_0 магнит оқимини вужудга келтиради. Бу оқимлар магнит ўтказгичларни қўшимча юклаб уларда қўшимча йўқотишларни келтириб чиқаришидан ташқари, пульсланувчан тарқалиш магнит майдонини ҳосил қилади ва бу майдон яқинда ишлаётган бошқа қурилмалар ишига ҳам ҳалақит беради. Бу ўрта ва катта

қувватли тўғрилагичлар ишида муҳим ҳисобланади.

Мажбурий магнитланиш билан курашишда магнит ўтказгич стерженларида чўлғамларни рационал жойлаштирилади, яъни чўлғамлар “зиг-заг” схемада уланади (13.5–расм).

Бунинг учун ҳар бир фазанинг иккиламчи чўлғамлари иккита ғалтаклардан иборат бўлади, бу ғалтаклар турли стерженларга жойлаштирилади ва кетма–кет қарама–қарши йўналишда уланади. Бунда чўлғамнинг ҳар бир ярим қарама–қарши йўналган ва бир–бирларини компенциялайдиган магнит оқимларини ҳосил бўлади, шунинг учун трансформаторнинг мажбурий магнитланиши кескин камаяди ёки умуман бўлмайди. Тўғрилаш схемасини тўғри танлаш орқали ҳам мажбурий магнитланишни йўқотиш мумкин.



13.5–расм. Чўлғамларни “зиг-заг” схемада уланиши

Икки тактли тўғрилаш схемалари

Кўприксимон тўғрилаш схемаси. Схемада ярим давр мобайнида тўғриланган ток VD1 диод, $R_{ю}$ юклама, VD3 диод орқали трансформаторнинг иккиламчи чўлғамига оқиб ўтади (11.8–расм). Тескари қутбда ток VD2 диод, $R_{ю}$ юклама, VD4 диод орқали трансформаторнинг иккиламчи чўлғамига оқиб ўтади. Яъни, ток юклама ва

трансформатор иккиламчи чўлғами орқали бутун давр мобайнида оқиб ўтади.

$R_{ю}$ юкламадан оқиб ўтадиган $I_{ю}$ юклама токининг ўзгармас ташкил этувчиси ($I_m = U_m / R_{ю}$ бўлганида) қўйидагича тенг бўлади:

$$I_0 = \left(\frac{m}{\pi}\right) I_m \cdot \sin \frac{\pi}{m} = \frac{I_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2} U_2}{R_{ю} \cdot \pi} = 0,9 \frac{U_2}{R_{ю}}; \quad (13.8)$$

$$U_0 = 2\sqrt{2} \frac{U_2}{\pi}, \quad (13.9)$$

яъни, бир фазали бир тактли схемадагидан 2 марта катта бўлади.

Трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидан ток бутун давр мобайнида оқиб ўтади, у ҳолда унинг таъсир этувчи қиймати қўйидагича аниқланади:

$$I_2 = \left(\frac{1}{2\pi}\right) \int (I_m)^2 \sin^2 \omega t \, d\omega t = I_m \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad (13.10)$$

у холда, I_0 ва I_2 тоқларни таққослаб, қуйидагини оламиз:

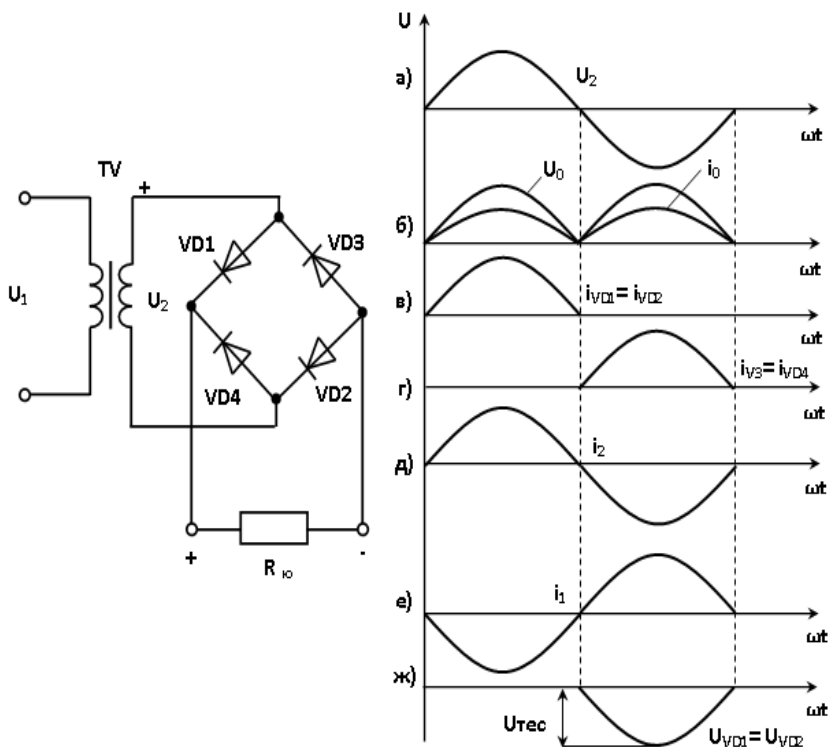
$$I_0 = \left(\frac{2}{\pi}\right)\sqrt{2} \cdot I_2 = 0,9 \cdot I_2, \quad (13.11)$$

Ҳар бир ярим даврда иккита диод ишлагани учун ҳар бир кетма–кет уланган диодлардан оқиб ўтадиган токнинг таъсир этувчи қиймати $I_{vd}=I_2/2$ бўлади. Бу схема учун $m=2$, $f_{т.к}=2f_T$ бўлади, диодлар иккиламчи чўлғамга параллел улангани учун ёпиқ диодлардаги тескари кучланиш эса $U_{тес}=U_m=\sqrt{2} U_2$ бўлади.

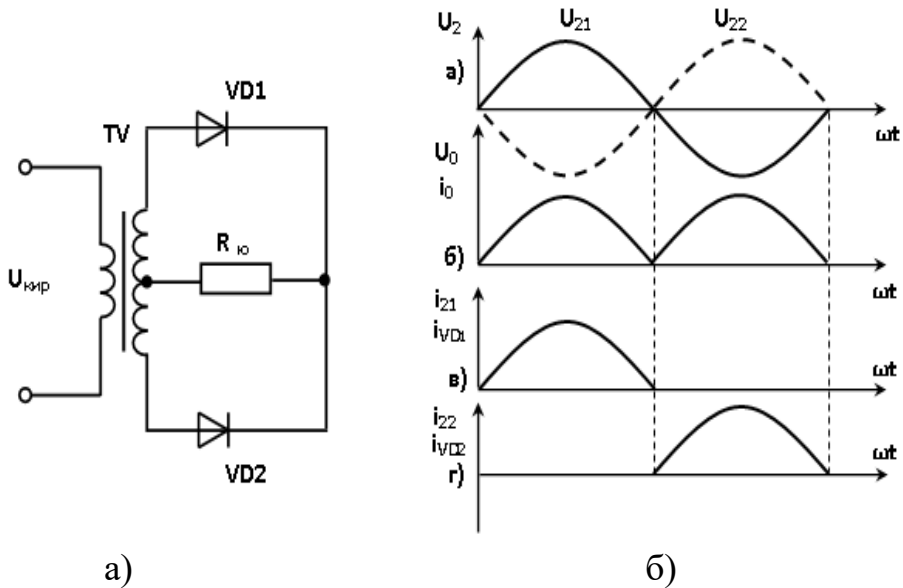
Трансформатор иккиламчи занжиридан нолинчи чиқиш чиқарилган икки тактли тўғрилаш схемаси. Бу схемани бошқача қилиб икки фазали бир тактли схема дейилади, чунки тўғриланган токнинг бир даври мобайнида трансформаторнинг иккиламчи ҳар бир ярим чўлғамларидан битта ток импульси оқиб ўтади, лекин, одатда ўзгарувчан ток техникасида икки

фазали ток, унинг генерациялашни қийинлиги ва икки фазали ток тармоғининг йўқлиги учун биринчи ном қўлланилади (13.8–расм).

Бу схемада иккиламчи чўлғамнинг ҳар иккала яримлари тўғрилагич ишида навбатма–навбат иштирок этади. Биринчи ярим даврда ток VD1 диод, R_Ю юклама ва трансформатор ярим чўлғами, иккинчи ярим даврда эса VD2 диод, R_Ю юклама ва трансформатор бошқа ярим чўлғами орқали оқиб ўтади. Юкламадан бутун давр мобайнида бир кутбли ток оқиб ўтади (13.8–расм).



13.8–расм. Кўприксимон тўғрилаш схемаси
ва унинг вақт диаграммалари



13.9–расм. Трансформатор иккиламчи занжирдан нолинчи чиқиш чиқарилган икки тактли тўғрилаш схемаси ва унинг вақт диаграммалари

Бу схемада юкламадаги кучланишнинг ўзгармас ташкил этувчиси куйидагига тенг бўлади:

$$U_0 = \frac{m}{\pi} U_m \sin\left(\frac{\pi}{m}\right) = 2\sqrt{2} \frac{U_2}{\pi}, \quad (13.12)$$

$m=2$, $U_2=U'_2=U''_2$, у ҳолда

$$I_0 = U_0 / R_{Ю} = 0,9 U_2 / R_{Ю}, \quad (13.13)$$

Трансформаторнинг иккиламчи ҳар бир ярим чўлғами токининг таъсир этувчи қиймати куйидагига тенг бўлади:

$$I_2 = \frac{I_m}{2} \frac{2}{m} + \sin\left(\frac{2\pi}{m}\right) = \frac{I_m}{2} = 1,28 \cdot I_0, \quad (13.14)$$

Юкламадаги пульсациялар частотаси $f_{т.к.п}=2f_{тар}$. Ёпиқ диод трансформатор иккиламчи чўлғамлари учлари орасидаги потенциаллар фарқига тенг бўлган тескари кучланиш таъсири остида бўлади. Потенциаллар фарқининг максимал қиймати битта иккиламчи ярим чўлғамдаги кучланишнинг иккиланган амплитудавий қийматига тенг бўлади:

$$U_{ТЕС} = 2U_m = 2\sqrt{2} U_2, \quad (13.15)$$

Демак, бу схемада ёпиқ вентилдаги тескари кучланиш кўприксимон схемадагига нисбатан икки марта катта бўлади.

14 – Маъруза. Узлуксиз энергия таъминот манбалари.

Режа:

1. Узлуксиз энергия таъминот манбалари
2. Алоқа соҳасининг электр таъминоти
3. Аккумуляторлар, дизель генераторлар ва уларнинг турлари

Узлуксиз электр таъминоти манбалари

Электрон воситалари зарурат ҳолатларда маълум вақтда электр энергияси билан узлуксиз таъминланиши керак. Ушбу мақсадда турли хил узлуксиз электр таъминоти манбалари (УЭТМ)

қўлланилади. Хорижда УЭТМларни белгилаши учун UPS аббревиатурасидан фойдаланилади (Uninterruptable Power Supply). Чиқиш токининг турига қараб УЭТМлар ўзгарувчан ва ўзгармас ток УЭТМларига бўлинади.

УЭТМнинг юклама билан мослаштириш талаби УЭТМ чиқишидаги электр энергиясининг сифат кўрсаткичлар билан белгиланган. Бундай талабларга чиқиш кучланишининг ностабиллиги ва пульсациясининг қийматлари, чиқиш токининг ўзгариш диапазони, чиқиш токининг қиймати ва частотасининг ностабиллиги киради. УЭТМ қурилмасининг юкламаси телекоммуникацион восита ҳисобланади ва бу восита киришига таъминот манбаи қўйилади. Ўзгарувчан ток тармоқларида кўпинча таъминот манбаи кириш занжирида сўғим фильтрли ростланмайдиган тўғрилагич бўлади, шунинг учун улар истеъмол қиладиган ток шакли синусоидал шаклдан фарқ

қилади. Юклама томонидан чизикли ва ночизикли юкламалар учун чиқиш кучланиши гармоникалар коэффициентларининг берилган қийматларини сақлаш талаби УЭТМ қурилмасига қўйилади.

УЭТМ қурилмасининг тармоққа нисбатан таъсири унинг киришидаги электр энергиясининг сифатига талаби орқали аниқланади. Бу талаблар УЭТМлар киришидаги қувват коэффициенти билан боғлиқ ва улар истемол қилувчи токнинг гармоника коэффициентини билдиради. Қабул қилинган атама бўйича УЭТМ қурилмалари икки синфга ажратилади: off line ва on line. Offline синфидаги қурилмада тармоқнинг электр энергияси тўғридан–тўғри истемолчига нормал режимда берилади, авария режимида эса синусоидал кучланиш генератори уланади (2..10 мс). Online синфидаги қурилмада тармоқнинг ҳар қандай режимида юкламага частота, кучланиш ва синусоидал шакл бўйича стабил электр энергияси

берилади. Ҳар иккала турдаги УЭТМларда тармоқ тўғрилланган кучланишини синусоидал чиқиш кучланишига айлантирувчи инверторлар бор. Тармоқ тўғрилагичига аккумулятор батареяси уланади. Off line синфидаги УЭТМларда инвертор фақат тармоқ кучланиши талаб қилинган қийматдан кичик бўлганда уланади. On line турдаги УЭТМларда эса инвертор доимо ишлайди. Шу сабабли бунда тармоқ билан гальваник боғланиш ортиқча юкламалардан ва тармоқ кучланишининг кескин ўзгаришидан ҳимоялаш таъминланади.

16.1 ва 16.2–расмларда ўзгарувчан ва ўзгармас ток УЭТМлари қурилмаларининг тузилиш схемалари келтирилган.

16.1а–расмдаги схемада захира занжирини аккумулятор батареяси (АБ) ва инветор (И) ташкил қилади. Агар тармоқ кучланиши ўрнатилган чегараларда бўлса, у ҳолда юклама

электр энергиясини коммутатор (К) орқали ўзгарувчан ток тармоғидан олади. Бу ҳолда инвертор аккумуляторларини зарядлаш орқали тўғрилагич режимда ишлайди.

Тармоқ кучланиши белгиланган қийматидан камайса, коммутатор тармоқни юкламадан узади. Юкламага электр энергияси инвертор орқали аккумулятор батареясидан берилади.

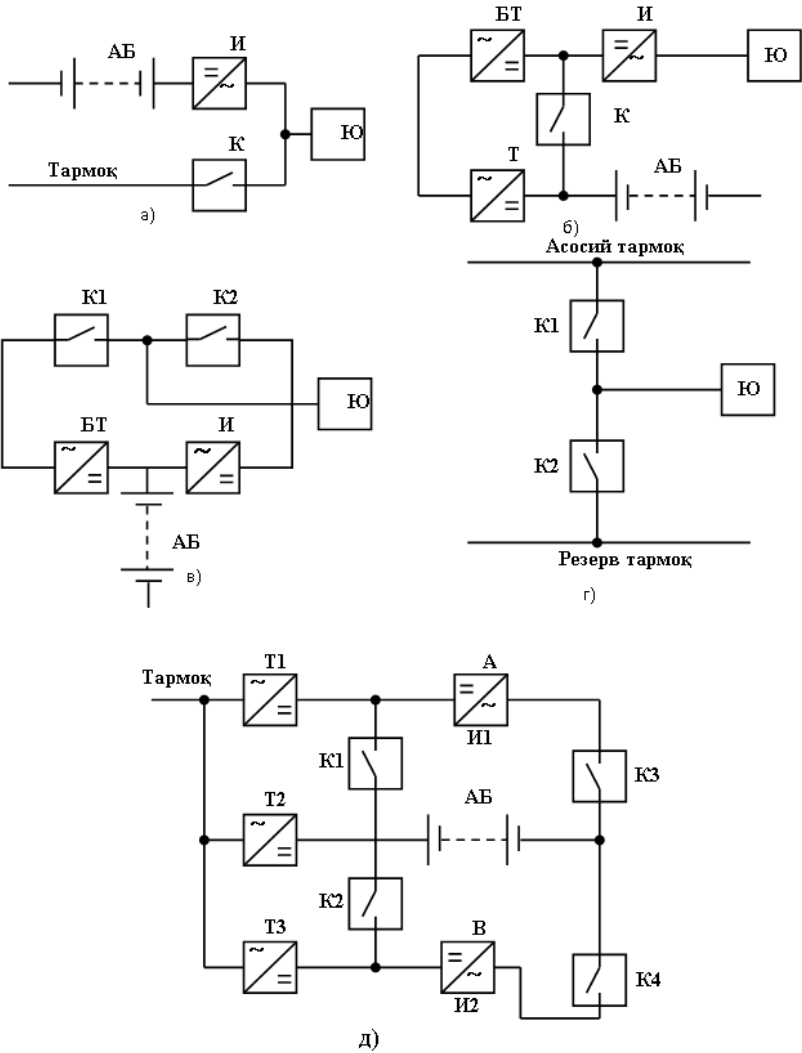
16.16–расмда тасвирланган қурилмада нормал электр таъминотида юкламага электр энергияси тармоқдан кетма–кет уланган бошқарилувчи тўғрилагич (БТ) ва инвертор (И) орқали берилади. Бунда коммутатор узилган ҳолатда ва аккумулятор батареяси тармоқдан (Т) тўғрилагич орқали зарядланади. Тармоқ кучланиши талаб қилинган қийматдан камайганда коммутатор аккумулятор батареясини инверторга улайди.

16.1в–расмда тасвирланган схемада аккумулятор батареясини зарядлаш бошқарилувчи тўғрилагич (БТ) орқали амалга оширилади. Юкламага тармоқдан электр энергияси берилганда К1 коммутатор уланган, К2 коммутатор эса узилган бўлади. Электр таъминоти аккумулятор батареясига ўтганда К1 коммутатор узилади, К2 коммутатор уланади.

16.1в–расмда тасвирланган схемада аккумулятор батареясини зарядлаш БТ бошқарилувчи тўғрилагич орқали амалга оширилади. Юкламага тармоқдан электр энергияси берилганда К1 коммутатор уланган, К2 коммутатор эса узилган бўлади. Электр таъминоти аккумулятор батареясига ўтганда К1 коммутатор узилади, К2 коммутатор уланади.

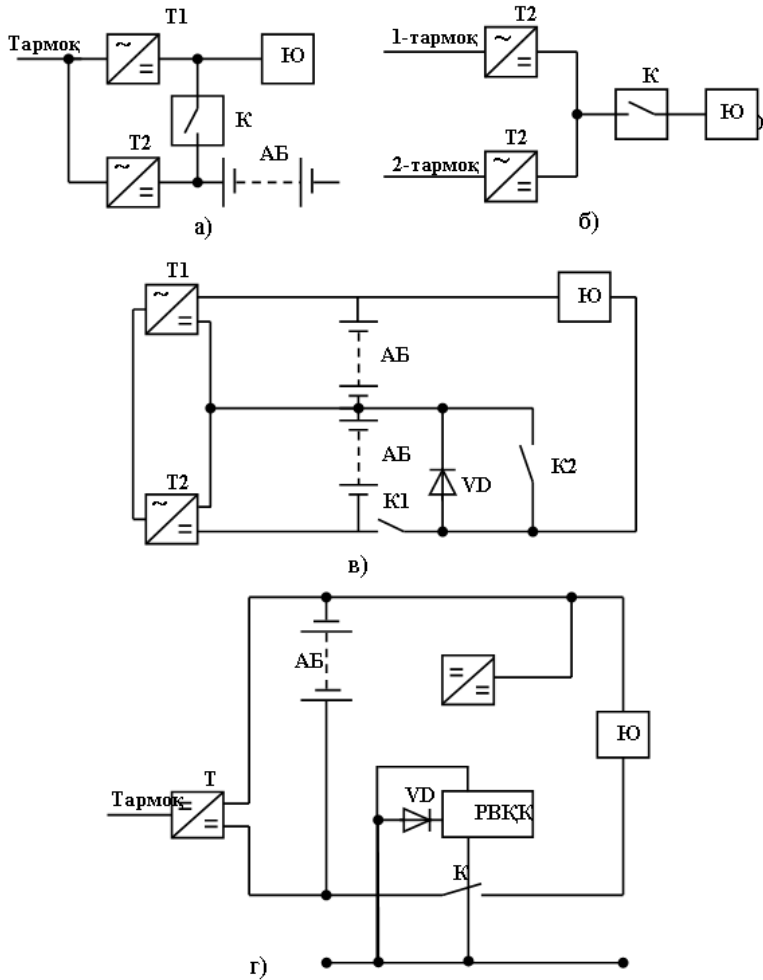
16.1г–расмда иккита асосий ва захира тармоққа эга бўлган УЭТМ схемаси келтирилган. Нормал электр таъминотида К1 коммутатор

уланган, К2 коммутатор узилган бўлиб, юкламага кучланиш асосий тармоқдан берилади. Асосий тармоқ кучланиши талаб қилинган қийматдан камайганда коммутаторлар қайта уланади ва юклама резерв тармоққа уланади. 13.5д–расмда тасвирланган УЭТМ схемаси катта юклама қувватларида қўлланилади. И1 ва И2 инверторлар чиқиш синфаз кучланишларини бир хил параметрларига эга бўлиб, улар К3 ва К4 коммутаторларнинг параллел ишлашига мос уланади.



14.1–расм. Ўзгарувчан ток УЭТМларининг тузилиш схемалари

Нормал электр таминотида К1 ва К2 коммутаторлар узилган ҳолатда бўлади, аккумулятор батареяси Т2 тўғрилагичдан зарядланади. Ю юкламага эса электр энергияси Т1 ва Т3 тўғрилагичлардан И1 ва И2 инверторлар орқали берилади. Тармоқ кучланиши ўрнатилган қийматдан камайганда К1 ва К2 коммутаторлар уланади ва электр таъминоти И1 ва И2 инверторлар киришига уланган АБ аккумуляторлар батареяси орқали амалга оширилади.



14.2–расм. Ўзгармас ток УЭТМларининг тузилиш схемалари

Агар инверторлардан бири ишдан чиқса, масалан, И1 инвертор ишдан чиқса, у ҳолда К3 коммутатор авария занжирини узади ва кучланиш юкламага иккинчи инвертордан берилади. 16.2а–расмда тасвирланган ўзгармас ток УЭТМи схемасида нормал электр таъминотида Ю юклама АБ аккумулятор батареясида узилган (К коммутатор узилган) ва у электр энергиясини тармоқдан Т1 тўғрилагич орқали олади. Тармоқда авария режими бўлганда К коммутатор юкламани АБ аккумулятор батареясига улайди.

Икки ўзаро боғлиқ бўлмаган ўзгарувчан ток тармоғи бўлганида (16.2б–расм) УЭТМ Т1,Т2 тўғрилагичлардан ва К коммутатордан иборат бўлади. Бунда К коммутатор авария режимида ҳимоя функцияларини бажаради.

УЭТМ таркибидаги АБ аккумулятор батареяси секцияли тарзда бажарилиши мумкин, яъни у АЭ асосий элементлардан ва ҚЭ қўшимча

элементлардан ташкил топади (16.2в–расм).
Нормал иш режимида АЭ асосий элементлар тармоқдан Т1 тўғрилагич орқали, ҚЭ қўшимча элементлар эса Т2 тўғрилагич орқали зарядланади. Бунда К1 коммутатор уланган, К2 коммутатор эса узилган ҳолатда бўлади. Юкламага электр энергияси тармоқдан Т1 тўғрилагич орқали берилади. Тармоқ кучланиши талаб қилинган қийматдан камайганда К2 коммутатор узилади, К1 коммутатор уланади ва юкламага кучланиш кетма–кет уланган асосий ва қўшимча элементлардан берилади.

УЭТМнинг ўтиш режимларида чиқиш кучланишини стабиллаш учун ростловчи вольт қўшувчи қурилмалар ишлатилади (16.2г–расм). Ростловчи вольт қўшувчи РВВҚ қурилма аккумулятор батареяси кучланишни ростланувчи ўзгармас кучланишига айлантиради. Нормал режимда Т тўғрилагич К коммутатор орқали

электр энергиясини юкламага узатади ва бир вақтнинг ўзида АБ аккумулятор батареясини зарядлайди. Ташқи электр таъминоти узилганда К коммутатор узилади ва бир вақтнинг ўзида РВҚҚ уланади. РВҚҚ аккумулятор батареяси зарядсизланишидаги юкламадаги кучланишнинг камайишини стабиллашни таъминлайди. Узлуксиз коммутацияланишга хизмат қилувчи VD2 диод РВҚҚнинг кучланиши орқали ёпилади. Ташқи электр таъминоти ишга тушганда Т тўғрилагич токни стабиллаш режимида уланади ва юкломани, шунингдек АБ аккумулятор батареясини зарядлаш учун электр энергияси билан таъминлайди. АБ аккумулятор батареясини зарядлаш тугагандан сўнг Т тўғрилагич кучланишни стабиллаш режимида ўтади ва УЭТМ дастлабки ҳолатига қайтади. РВҚҚнинг қўлланилиши аккумулятор чиқиш кучланишининг ўзгаришини компенсациялаш имкониятини беради. УЭТМнинг

тармоқдан АБ аккумулятор батареясига ўтгандаги иш вақти унинг юкланишига сезиларли боғлиқ. 16.1–жадвалда АРС фирмасининг турли УЭТМлар моделлари иш вақтининг юклама қувватига боғлиқлиги келтирилган.

Алоқа соҳасининг электр таъминоти

Алоқа соҳасининг фаолиятида турли телекоммуникация аппаратлар (маълум сифимли телефон станциялари, серверлар, коммутаторлар ва бошқалар)дан фойдаланилади. Бундай қурилмалар доимий ишчи ҳолатида бўлади ва узлуксиз электр манбааси билан таъминланиши зарур.

Телекоммуникация аппаратлари учун бирламчи манбаи таъминоти сифатида электр тармоғидан фойдаланилади. Электр энергиясининг иккиламчи манба таъминоти сифатида аккумуляторларнинг захираланган энергиясидан фойдаланилади ва шу қаторда дизел

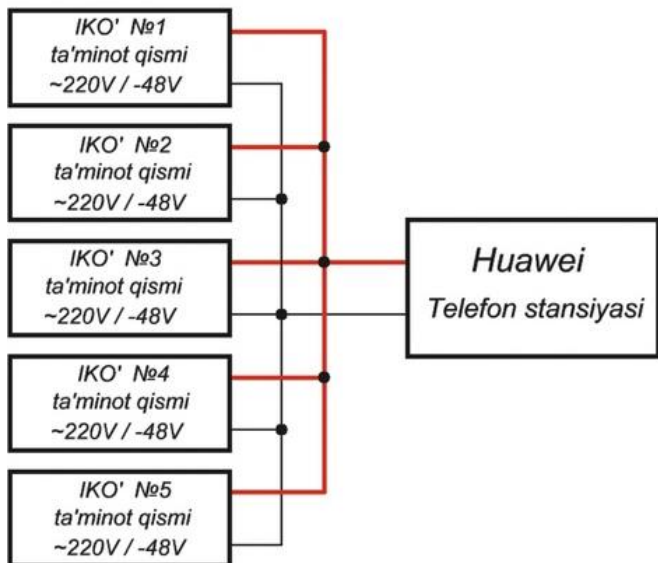
генераторлари, шамол генераторлари, қуёш энергияларидан фойдаланиш ҳам мумкин. Электр тармоғидан олинадиган энергия ёрдамида, телекоммуникация аппаратлари ишлайди ва аккумуляторларга энергия захираси йиғилади. Иккиламчи энергия манбаи захирасини сақлаш учун, доимий манба таъминоти электр тармоғидан олинади. Электр тармоғида энергия таъминотининг узилиши юз берганда телекоммуникация аппаратлари иккиламчи манбаи билан таъминланади.

Электр тармоғидаги бир фазали ўзгарувчан $\sim 220\text{В}$ кучланишдан фойдаланиб, телекоммуникация аппаратларини манба билан таъминлаш мумкин. Фазалараро ўзгарувчан $\sim 380\text{В}$ кучланишни ҳосил қиладиган уч фазали электр тармоғининг нолга нисбатан ҳар бир фазасидаги ўзгарувчан $\sim 220\text{В}$ кучланишдан фойдаланиб, умумий қувватдаги энергияни телекоммуникация

аппаратларига улаш, бугунги кунда амалдаги ишлардан биридир.

«Ўзбектелеком» АКнинг филиалларида (масалан: Тошкент, Андижон, Сурхондарё, Сирдарё, Навоий ва бошқа филиалларида) ZTE, Huawei номли автомат телефон станциялари мавжуд ва бу станциялар ўзгармас –48В кучланиш билан ишлайди. Телефон станциясини манба билан таъминлаш учун, электр тармоғидаги ўзгарувчан ~220В кучланишдан фойдаланилади. Бунинг учун ўзгарувчан ~220В кучланишни, ўзгармас –48В кучланишга ўзгартирадиган, импульсли кучланишни ўзгартиргич(ИКЎ)лар манба таъминоти сифатида ишлайди. ИКЎларнинг ўзгарувчан ~220В кучланишга уланадиган клеммалари, кириш клеммалари дейилади. Станцияга ўзгармас -48В кучланиш узатадиган клеммалари, чиқиш клеммалари дейилади.

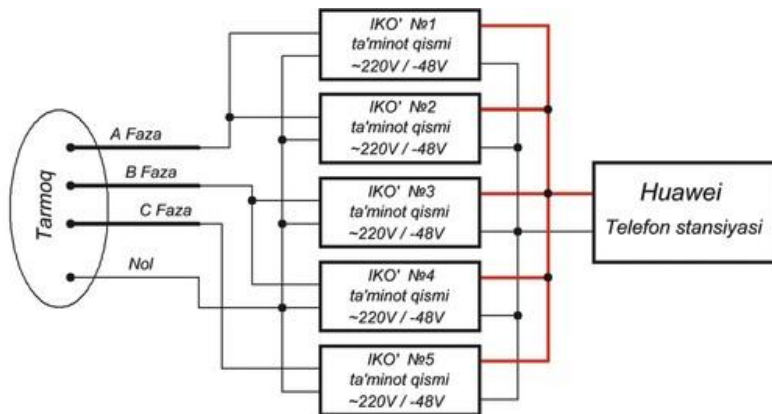
Умумий истеъмол қуввати P бўлган Huawei телефон станциясини манба билан таъминлаш учун, ҳар бирининг умимий чиқиш қуввати $0,2P$ бўлган бешта ИКЎ қурилмаларидан фойдаланилган. Телефон станциясининг $-48В$ кучланиш уланадиган кириш клеммаларига, ИКЎнинг $-48В$ кучланиш берадиган чиқиш клеммалари уланган. Станциянинг зарурий истеъмол қуввати $P_{ни}$, чиқиш қуввати $0.2P$ бўлган ИКЎлар ёрдамида ташкил қилиш учун, ИКЎларнинг чиқиш клеммалари параллел равишда уланган (14.3-расм).



ИКЎлар, ўзгарувчан $\sim 220\text{В}$ кучланишли бир фазали электр тармоғига уланишга мўлжалланган. Истеъмолчиларга электр тармоғидаги кучланишнинг белгиланган меъёрда бўлишига ҳеч бир ташкилот томонидан кафолат берилмайди, шу сабаб телефон станциясини меъерий бир фазали ўзгарувчан $\sim 220\text{В}$ кучланиш билан таъминлашнинг имкони йўқ. Телефон станцияси учун уч фазали электр тармоғидан фойдаланиш,

тармоқдаги энергия узилишлари вақтидаги камчиликларни қисман тўлдириши мумкин, яъни А, В, С фазалардан бирортасида кучланиш қисқа вақт бўлмаганда, бошқа фазаларнинг бирида кучланиш мавжудлиги сақланиши мумкин. Демак А, В, С фазалардан бирида кучланиш қисқа муддат бўлмаганда ҳам телефон станцияси бирламчи энергия билан таъминланади.

Huawei телефон станциясини бешта ИКЎ қурилмалари ёрдамида уч фазали электр тармоғига улаш учун дастлаб, иккита ИКЎнинг кириш клеммалари параллел равишда, А фазага уланади. В фазага кейинги эса иккита ИКЎнинг кириш клеммалари параллел равишда уланади. Охириги бешинчи ИКЎнинг кириш клеммаси С фазага уланади (14.4-расм).



2-rasm. Huawei avtomat – telefon stansiyasi IKO'larining uch fazali elektr tarmog'iga ulanishi.

Бундай уланишлар кўп турдаги телекоммуникация аппаратлари ва телекоммуникация аппаратлари учун хизмат қиладиган иккиламчи энергия таъминоти (UPS) қурилмаларига тегишлидир. Бугунги кунда аҳолига алоқа соҳасида кам харажатли бўлган сифатли хизмат кўрсатиш, соҳанинг долзарб вазифаларидан ҳисобланади. Тасодифий ҳолатларга кўра телекоммуникация аппаратларининг ишдан чиқиши, хизмат сифатининг пасайишига олиб келади ва албатта

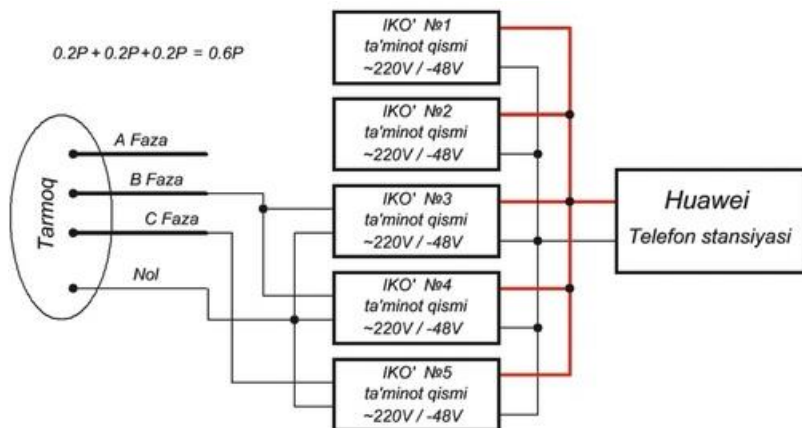
ишдан чиққан қурилмаларни тезкорлик билан фойдаланишга тайёрлаш соҳа ходимларидан қўшимча меҳнатни талаб қилади. Бу эса ортиқча муаммо, вақт ва харажатларни юзага келтиради.

Ҳар бир ишлаб чиқарувчи корхоналар ўзлари ишлаб чиқарган ИКЎ учун кириш кучланишининг меъёрини белгилайди (кириш кучланиши $220\text{В} \pm 10\%$, $\pm 15\%$, $\pm 20\%$, $\pm 25\%$). Белгиланган меъёрда бўлмаган кучланиш ИКЎ нинг ишдан чиқишига олиб келади. Уч фазали электр тармоғининг барча фазаларидаги кучланиш, ИКЎ ларнинг ишлаши учун меъёрда бўлганида, ҳар бирининг қуввати 0.2P бўлган бешта таъминот қисми, телефон станциясини P қувватдаги энергия билан муаммосиз таъминлайди.

Агар фақат А фазада кучланиш меъёрдан ошиб кетса, у ҳолда А фазага уланган иккала ИКЎларнинг элементлари катта ток оқимиغا бардош бера олмай, куйиб ишдан чиқади. А

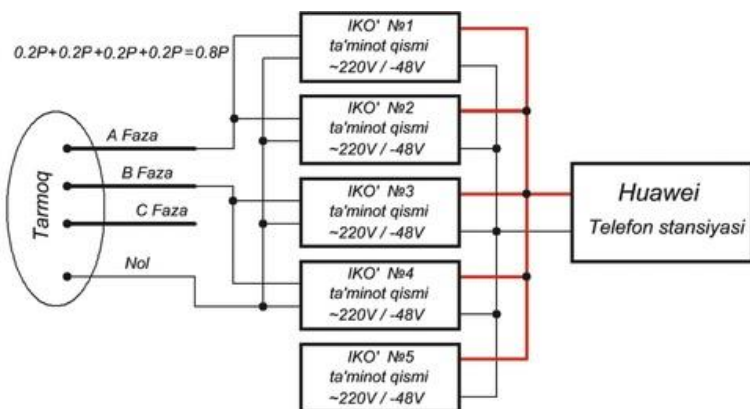
фазадаги кучланиш меъёрдан камайиб кетиши натижасида, А фазага уланган ИКЎларнинг барқарорлаштириш қисми яхши ишламайди ва натижада чиқишдаги кучланиш ошиб кетади ёки ИКЎ элементлари куйиб ишдан чиқади.

Бундай ҳолатларда Р қувватдаги энергия талаб қиладиган стансияни, В ва С фазаларга уланган учта ИКЎлар энергия билан таъминлайди ва умумий ИКЎларнинг қуввати 0.6Р га тенг бўлади (14.5-расм).



А фазада кучланиш бўлмаганда биринчи ва иккинчи ИКЎлар ҳеч қандай функция бажармайди. А фазада бўлган ҳолат В фаза учун ҳам содир бўлиши мумкин.

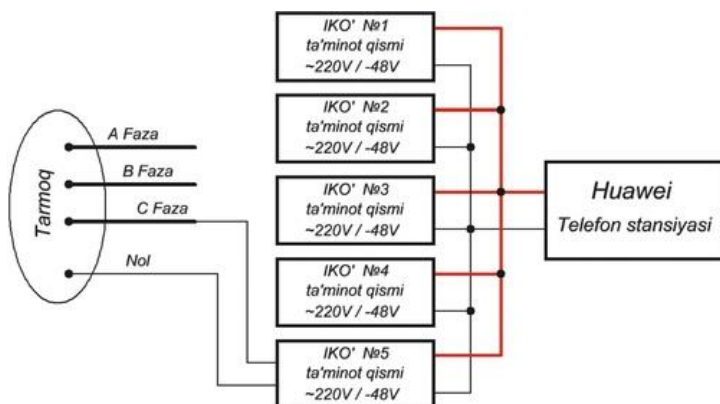
Агар иш жараёнида фақат С фазада кучланиш меъёрдан ошиб кетса, С фазага уланган ИКЎнинг элементлари катта ток оқимига бардош бера олмай куйиб ишдан чиқади. С фазада кучланиш меъёрдан камайиб кетиши натижасида, С фазага уланган ИКЎнинг барқарорлаштириш қисми яхши ишламайди ва натижада чиқишдаги кучланиш ошиб кетади ёки ИКЎ элементлари куйиб ишдан чиқади. Мазкур ҳолатларда Р қувватдаги энергия билан таъминлаш зарур бўлган станцияни, тўртта А ва Б фазаларга уланган ИКЎлар манбаи билан таъминлайди ва умумий ИКЎларнинг қуввати $0.8P$ га тенг бўлади (14.6-расм).



С фазада кучланиш мавжуд эмаслигида содир бўлиши мумкин. Агар иш жараёнида А ва В фазалар кучланиши меъёрдан ошиб кетса, А ва В фазаларга уланган ИКЎнинг элементлари катта ток оқимиغا бардош бера олмай, куйиб ишдан чиқади. А ва В фазалар кучланиши меъёрдан камайиб кетиши натижасида, А ва В фазаларга уланган ИКЎнинг барқарорлаштириш қисми яхши ишламайди ва чиқишдаги кучланиш ошиб кетади ёки ИКЎ элементлари куйиб ишдан чиқади.

Бунда С фазага уланган чиқиш қуввати $0.2P$ бўлган битта ИКЎ, P қувватдаги энергия талаб қиладиган телефон станциясини манба билан

таъминлайди (14.7-рasm) ва ИКЎнинг куввати, истеъмолчи талаб қиладиган кувватдан беш баробар кам 0.2P бўлади.



Фақат С фазага уланган ИКЎ билан телефон станциясини таъминлаш жараёнида тўртта ИКЎнинг фойдали иш коэффициентини нолга тенг бўлади. Демак, юқоридаги расмлардан ва таърифлардан хулоса қилинганда А, В ва С фазалардан бири ёки иккитасида кучланиш меъёри ўзгарса, ИКЎлар ишдан чиқиши мумкин. Фазалардан бирида кучланиш бўлмаганда, ИКЎ

ортиқча юклама таъсирида қолади ва белгиланган ток оқимидан кўп бўлган ток оқимиغا бардош бера олмай, узоқ вақт ишламасдан қизиш натижасида элементлари куйиб ишдан чиқади.

Умумий хулоса сифатида Huawei телефон станциясининг ИКЎ манба таъминоти қисми, фойдаланиш вақтида электр тармоғининг меъёрида бўлмаслиги таъсирида унинг элементлари куйиб, ишдан чиқади ва ярқисиз бўлиб қолади. ИКЎ таъминот қисмлари хорижий давлатларда ишлаб чиқарилгани сабаб, бугунги кунда таъмирлаш жараёнида баъзи муаммоларни юзага келтираяпти. ИКЎ ларнинг тўлиқ чизмалари йўқлиги битта муаммо бўлса, иккинчи муаммо унинг ишдан чиққан элементларини янгисига алмаштириб жойига ўрнатиш, яъни ИКЎ ишдан чиққанда унинг доим бир хил турдаги элементлари (радиодеталлари) эмас, балки ҳар хил турдаги элементларнинг куйиб ишдан чиқиши билан

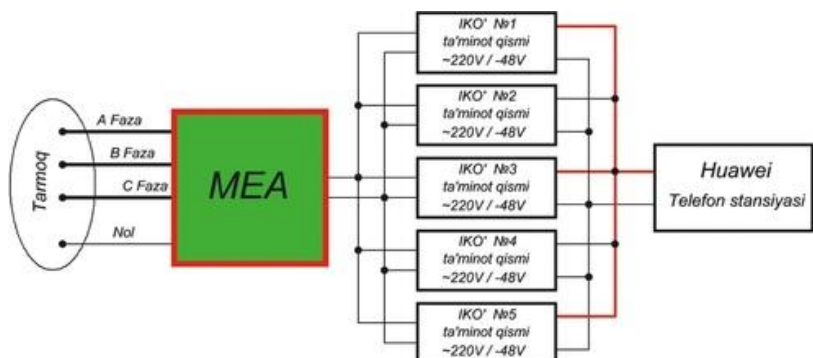
боғлиқ. Бундай вазиятда ташкилот томонидан кўп турдаги радиодеталлар захирасини ташкил қилиш ортиқча меҳнат, ортиқча вақт ва ортиқча харажатларни талаб этади. Бундай нохуш ҳолатларга чек қўйиш учун маълум хоссаларга ва алгоритмларга асосланиб ишлайдиган микроэлектрон-автомат қурилмасини яратиш лозим.

Ўзбекистон Республикаси Президенти томонидан фан ва технологияларни ривожлантириш, янги техникаларни яратиш, илмий-техника салоҳиятини кучайтириш учун бир қанча қарор ва фармонлар эълон қилинган ҳамда Ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш учун хизмат қиладиган махсус фонд ташкил қилинган.

Янги яратиладиган микроэлектрон – автомат (МЭА) телекоммуникация аппаратлари ҳамда Huawei телефон станцияси таъминоти қисмининг

(блок питания) электр тармоғи билан боғлиқ муаммолари илмий-техник ечим топади.

МЭА қурилмаси уч фазали электр тармоғи билан ва бир фазали электр тармоғига мўлжалланган истеъмолчи орасига ўрнатиладиган маълум функция бажарадиган қурилмадир (14.8-расм). МЭА қурилмасида электрон калитлар, микропроцессор, дисплей, бошқарув панели, ўлчаш қисми, хотира қисми, манба таъминоти қисми, кириш ҳамда чиқиш клеммалари мавжуд. Кириш клеммалари уч фазали электр тармоғига уланади ва чиқиш клеммалари орқали бир фазали электр энергияси истеъмолчиларга узатилади. МЭА қурилмаси ишлаш вақтида уч фазали электр тармоғидаги кучланишни доимий назорат қилади.



Қўшимча маълумот сифатида шуни айтиш мумкинки, Республикамизнинг деярли ҳамма ҳудудларида замонавий телефон станциялари ўрнатилиб, фойдаланиб келинапти. Бугунги кунда, аввалги телефон станцияларини манба билан таъминлаш учун фойдаланилган уч фазали катта қувватдаги дизел генераторларидан, ҳозирги замонавий телефон станциялари учун ҳам манбаи таъминоти сифатида фойдаланилади. Янги замонавий телефон станциялари аввалгиларига нисбатан бир неча баробар кам бўлган электр энергиясини талаб қилади. Демак, мантиқий

ҳисобланганда дизел ёқилғиси бир неча баробар кам сарф бўлади ва тежалади. Лекин ҳозирги вақтда амалда бундай ҳолат кузатилмаяпти. Ҳали ҳам катта қувватдаги уч фазали генераторлардан фойдаланилаяпти ва ёқилғи захираси учун тежаш ишлари бажарилмаяпти. Агар телефон станциялари ёки телекоммуникация аппаратлари учун МЭА қурилмасидан фойдаланилса, катта қувватдаги уч фазали дизел генераторларини кичик қувватдаги бир фазали бензогенераторларга алмаштириш мумкин ва бу Республика бўйича ҳисобланганда, ташкилотлар йил давомида ёқилғига сарфлайдиган катта миқдордаги харажатларини камайтириб, молиявий тежамкорликни ташкил қилади.

**15 – Маъруза. Электр энергия
истеъмолини ҳисобга олиш ва назорат қилиш
тизимлари**

Режа:

1. Ахборот коммуникацион технологиялар иқтисодиётнинг модернизациялаш негизи
2. Ахборот коммуникацион технологияларнинг элементар таркибий асослари
3. Автоматик назорат-ўлчов тизимларнинг асосий қисмлари
4. Тижорат ва назорат –ўлчов ЭНҲАТлар

**Ахборот коммуникацион технологиялар
иқтисодиётнинг модернизациялаш негизи**

Иқтисодиётни модернизациялаш, яъни ишлаб чиқаришни барча соҳаларида бозор иқтисодиёти асосида инновацион технологияларни жорий этиш, аввало ўлчамларни аниқлигини оширишни талаб

этса, иккинчи томондан узлуксиз назорат асосида махсулотни сотувчи ва истеъмол қилувчи томонларни ўзаро муносабатларини ойдинлашни таъминлайди. Газ, суюқ ёқилғи, электроэнергияни истеъмол ва исрофини узлуксиз назорати, албатта энергетик ёқилғини тежаш имкониятларини энерготежаш тадбирларини аниқлайди, иқтисодий самарадорлигини оширади. Истеъмол ва исрофни тежаш имкониятларни аниқлаб беради.

Узлуксиз назоратни таъминлаш, бу демак, катта ҳудудда жойлашган газ ва нефт конлари ва истеъмолчилари, электр энергия ишлаб чиқариш ва истеъмоллаш объектларидан ахборот узлуксиз равишда бир жойда тўпланиши ва бу ахборот асосида тижорат тўловлари амалга оширилиши таҳлил қилиниши ва таҳлил натижалари асосида энерготежаш тадбирлари ишлаб чиқилиб тезкор амалга оширилиши керак. Демак, икки томонлама алоқа таъминланиши керак, бир томонлама ахборот,

яъни қазиб чиқарилган газ, нефт, ишлаб чиқарилган электр энергия миқдори тўғрисида ахборот тўплаб, ҳисоблаб, таҳлил этиб, керакли кўрсатмалар, яъни энерготежаш чора-тадбирлари аниқланиб, иккинчи томондан бу кўрсатмалар катта ҳудудда жойлашган газ ва нефт конлари, электр станциялар ва истеъмолчиларга етказилиши керак ва кўрсатмаларнинг бажарилишининг назорати таъминланиши даркор. Шу билан бирга бу фаолият автоматик равишда тезкор бажарилиши керак. Бу талабларга фақат рақамли тузилмалар асосида яратилган тизим жавоб беради. Ўтган асрнинг охири йилларида автоматик назорат-ўлчов тизими яратилди ва бу тизим барча мамлакатларда шу жумладан Ўзбекистонда ҳам электр энергетикада, газ саноати ва бошқа барча соҳаларда қўлланилаёпти. Бу тизим (АСКУ- автоматическая система контроля и учета) энергия назорати ва ҳисоблаш автоматик тизими - ЭНХАТ Ҳозирги

вақтда автоматик назорат ва ҳисоблаш автоматик тизимларининг икки тури қўлланилади. Биринчи турли тизим фақат газ, суюқликларнинг қазиб чиқарувчи ёки электр энергиянинг ишлаб чиқарувчи, қисқа қилиб айтганда сотувчи ва истеъмолчи орасидаги товар пул муносабатлари учун қўлланилади.

Бу тизим газ саноатида АСКУГаз-ГазЭНҲАТ, Электр энергетикада ЭНҲАТ, иссиқлик назорат ўлчашда АСКУ Тепловой энергия-ЭНҲАТ Иссиқлик энергияси деб айтилади.

Ўзбекистонда “Альфа” ва “Альфа-Плюс” савдо тамғаси билан ишлаб чиқарилган назорат-ўлчов автоматик тизими, газ ва электр тақсимлаш тармоқларида, саноат корхоналарида ва ҳоказоларда қўлланилаяпти.

ЭНҲАТ-ахборот коммуникацион технологияларнинг асосий қисми бўлиб, барча

соҳаларда қўлланилаяпти. Уларнинг элементлари рақамли тузилмалар-микросхемалардан иборат. Ҳозирги вақтда ЭНҲАТ нинг ишлаб чиқариши барча мамлакатларда, шу жумладан, Ўзбекистонда ҳам йўлга қўйилган ва ишлаб чиқариш ҳажми кундан кунга ошиб бормоқда.

Иккинчи тизимнинг асосий вазифаси газ, суюқлик ва электр энергиянинг узатиш ва тақсимлаш технологик жараёнини узлуксиз назорати асосида энерготежаш тадбирларини ишлаб чиқиш ва исрофларни меъёрдан ошмаслигини таъминлаш.

Автоматик назорат ўлчов тизимлар уч асосий қисмдан иборат. Ҳар бир қисм мажмуа бўлиб, бир неча алоҳида тузилмалардан ташкил топган. Ҳар бир тузилма алоҳида вазифани бажаради. Энергетикада назорат ва ҳисоблашнинг автоматиктизимнинг қисмлари катта ҳудудда

жойлашган ва ўзаро алоқа каналлари орқали боғланган ягона тизимнинг ташкил этади.

Ахборот коммуникацион технологияларнинг элементар таркибий асослари

Микросхемалар - компьютерлар, уяли телефон, автоматик назорат-ўлчаш тизимлари, хуллас барча ахборот коммуникацион тизимларнинг асосидир. Рақамли тузилмалар тўғрисида умумий, бирламчи маълумотни баён қилишдан олдин, бир қатор қуйида келтирилган тушунчалар билан танишиш лозим.

Электр сигнал - электромагнит майдоннинг (тўлқиннинг) ўзгаришида мужассамланган ахборот (ахборот) сигнал дейилади. Электр сигналнинг икки тури мавжуд. Биринчиси, мантиқий (анолог, ўхшаш) электр сигнал. Бу турли сигналнинг мантиқий сигнал дейилади.

Ахборотни мантикий сигнали бевосита физикавий катталикларни акс эттиради.

Электр сигналнинг иккинчи тури – рақамли сигнал. Бу мантикий физикавий катталик, код орқали, маълум рақамларга, (туртқиларга) мос равишда ўтказилади.

Код – мантикий (катталик) сигналнинг маълум қоидага асосланган ҳолда, рақамлар (туртқилар) импульслар орқали ифодаланиш кодлаш дейилади.

Туртқи (импульс)-қисқа вақт ичида ток, кучланиш қийматини нолдан “0”, қандайдир катталикгача-“1” ўзгариб турувчи электр катталикга айтилади. Бу турли электрон тузилмалар “триггер” деб айтилади. Туртқиларни ўзгариш тезлиги частота билан ўлчанади.

Рақамли тузилма – интеграл микросхема ёки катта интеграл микросхема (КИМС) дейилади. “Чип” сўзи билан ҳам айтилади.

Микросхема маълум вазифани бажарувчи электрон тузилма бўлиб, бир неча электрон приборлар, резистор, диодлар, триодлар, индуктивликлар ва сифимлар кичик ҳажмда, симсиз, кристалнинг сиртида ва ҳажмида жойлашилади ва бевосита заводнинг ўзида маҳсулот бирлиги сифатида ишлаб чиқарилади. Катта интеграл микросхемаларни ишлаб чиқариш, мураккаб технология алоҳида ишлаб чиқариш, илму-фан соҳаси бўлиб, ҳозирги вақтда тез ривожланаяпти.

Юқорида қайд қилганимиздек, ҳар бир микросхема маълум бир вазифани (функцияни) бажаради. Масалан, электр сигналнинг кучайтиргич, турткич, мантиқий тузилмалар, ўзгарувчан электр токини ўзгармас электр токига айлантириш ва ҳоказолар. Мана шунақа микросхемаларнинг энг кўп ишлатиладиганлари қуйидагилар.

1. Процессор – жараён бажарувчи, ЭХМ дастури асосида алгебрик – арифметик амалларни бажарувчи ёки жараённинг бошқарувчи, микросхемалар мажмуаси.

Микропроцессор – бажариш ё бошқариш амаллари чекланган процессор.

2. Мантиқий электр сигналининг рақамли электр сигналга ўзгартиргич МРЎ-(АЦП аналогово-цифровой преобразователь) “Шифратор” сўзи ҳам ишлатилади.

3. Рақамли электр сигнални- мантиқий электр сигналга ўзгартиргич (цифро-аналоговий преобразователь ЦАП) “Дешифратор” сўзи билан ҳам айтилади.

4. Жамлагич – сумматор, арифметик амалларни бажаради.

5. Ҳисоблагич – счетчик, турткиларни ҳисобга олувчи ва сақлаб қолувчи тузилма.

Шуларга ўхшаш микросхемалар, шифратор, дешифраторлар, регисторлар ва ҳоказолар кўп.

Хулоса қилиб айтамикки, микросхемалар, рақамли сигналларга, яъни ахборотни ўзининг ўзгаришига мужассамланган мантиқий ёки рақамли сигналларга ишлов бериш, бошқариш, сақлаш ва ҳоказо вазифаларни бажарувчи алоҳида тузилма.

Ҳозирги вақтда микросхемаларни янги турлари ихтиро қилинмоқда ва ҳажми борган сари камайтирилмоқда. Келгусида нанотехнологиялар асосида бажариладиган микросхемаларнинг ҳажми ўнлаб марта камайтиради ва вазифасининг бажариш вақти тезлаштирилади.

Автоматик назорат-ўлчов тизимларнинг асосий қисмлари

1. Ўлчаш мажмуаси. Қуйидаги ташкил қилувчилардан иборат:

Ток трансформаторлари (ТТ). Электр энергия истеъмолчисини токини ўлчаш асбобига меъёраб киритиладиган аппарат.

Ток трансформаторининг асосий тавсифловчи катталиклари:

- токнинг трансформаторлаш коэффициенти:

$$K_{ТТ} = \frac{I_1}{I_2}$$

Бу формулада:

I_1 -бирламчи ток, электр энергия истеъмолчисининг токи [А]

I_2 -иккиламчи ток, ўлчаш асбобига киритиладиган ток [А], кўпинча $I_2=5\text{А}$

$G_{ТТ}$ - ток трансформаторнинг аниқлик коэффициенти:

АНХАТ ларда қўлланиладиган ТТ-ларнинг албатта иккиламчи алоҳида чўлғами бўлиши шарт. Тижорат АНХАТ ларда ТТ нинг аниқлик синфи $G_{ТТ}=0,25$ дан $0,5$ гача бўлиши шарт.

- Кучланиш трансформаторлари (КТ). Электр тармоқларнинг юқори кучланишини меъёрлаб ўлчаш асбобига киритиладиган аппарат.

- Асосий тавсифловчи катталиги КТ нинг трансформациялаш коэффиценти: $K_{TT} = \frac{U_1}{U_2}$

Бу формулада:

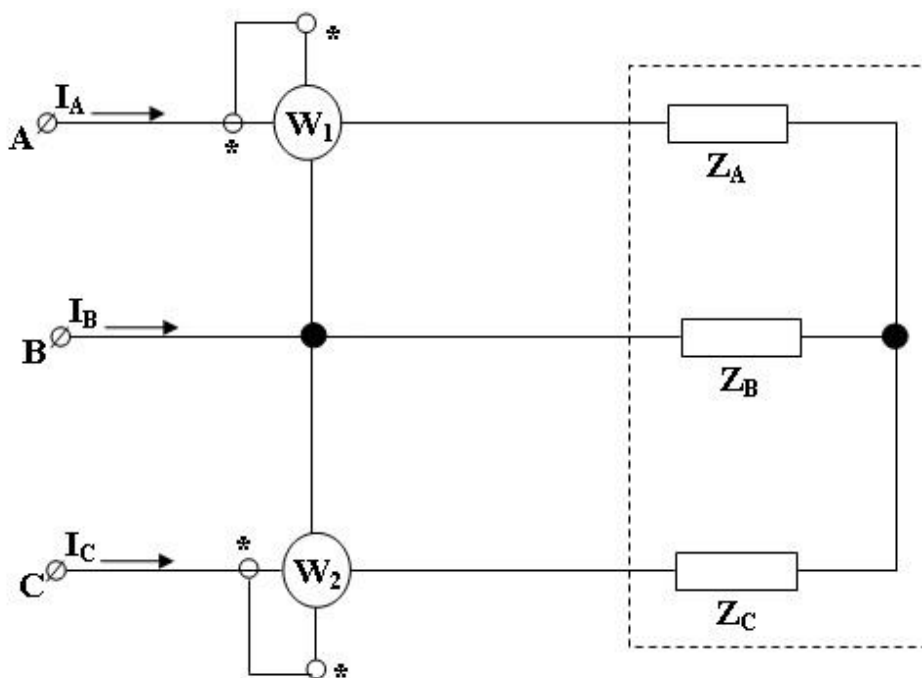
U_1 -тармоқнинг кучланиши мисол учун 6, 10, 35, 110 кВ ва ҳоказо

U_2 -КТ нинг иккиламчи ўлчаш асбобига киритиладиган кучланиши, кўпинча $U_2=100\text{В}$, 220В

- Электр энергия ҳисоблагичлар. Электр энергия ҳисоблагичлари асосан икки элементли уч фазали ёки уч элементли уч фазали бажарилади.

Икки элементли уч фазали ҳисоблагичлар, бу асосан индукцион ҳисоблагичлар бўлиб, бир ҳисоблагичда иккита ўлчаш асбоби жойлаштирилади.

Иккита ўлчаш асбоби, ҳар учала фазаларнинг электр энергиясини ўлчайди. Ҳар учала фазадаги истеъмолчиларнинг катталиги ва фаза силжиши бир хил бўлиш шarti билан. Бу ҳолда ўлчаш асбобига “А” ва “С” фаза токи ва U_{AB} ва U_{CB} линия кучланишлари киритилади. 17.1.-расмга қаранг.



15.1.-расм

Икки элементли уч фазали ҳисоблагичнинг электр схемаси кўрсатилган.

Иккита ўлчаш асбоби орқали ҳар уч фаза электр қувватни, демак электр энергиясини ўлчаш мумкинлигини кўрсатамиз.

Ҳар учала фаза қуввати:

$$P_{\Sigma} = P_A + P_B + P_C = U_A \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \cos\varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C$$

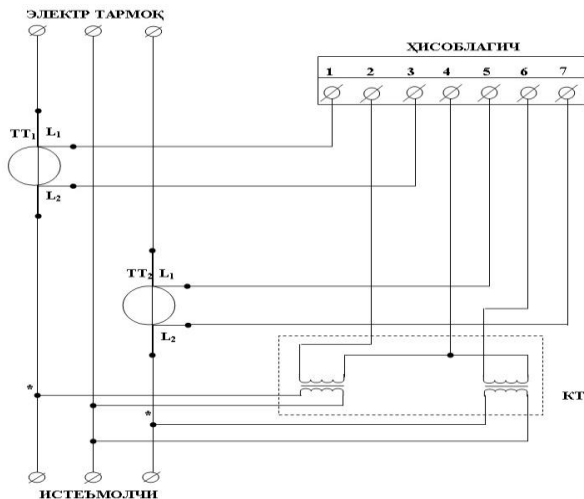
фаза токлари $\varphi = 120^\circ$ силжиганлиги туфайли

$$I_A + I_B + I_C = 0; I_B = -(I_A + I_C)$$

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= U_A \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A + U_B \cdot -(I_A + I_C) \cdot \cos\varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C \\ &= U_{AB} \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A + U_{CB} \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C = W_1 + W_2 \end{aligned}$$

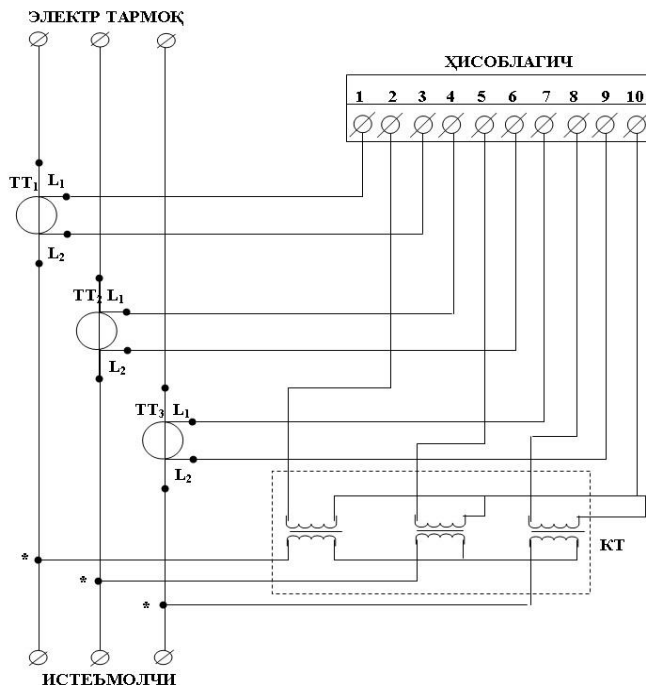
Истеъмол катталиги ва фазалар силжишлари тенг, яъни $\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C$ симметрик юкланма бўлиши шарти билан, икки ўлчаш асбоби ҳар учала фазалар электр энергиясини қайдлайди.

15.2.-расмда бефарқ нуқтаси яккаланган 6, 10 кВ юқори кучланишли электр тармоқга икки элементли ҳисоблагичнинг ТТ ва КТ орқали йиғиш схемаси кўрсатилган.



15.2.-расм

Электрон ҳисоблагичлар, мисол учун уч фазали асосий негизли “Альфа” маркали ҳисоблагичлар, уч элементли бажарилади. 2.3.-расмда уч фазали уч элементли ҳисоблагичнинг 6, 10 кВ ли электр тармоққа йиғиш схемаси кўрсатилган.



15.3.-расм

Ҳисоблагичнинг кўрсатилган электр энергия рақами ток трансформаторлаш коэффиценти $K_{ТТ}$ ва кучланиш трансформаторлаш коэффиценти $K_{КТ}$ кўпайтирилади.

$$W_{\text{ҳис}} = W_0 \cdot K_{ТТ} \cdot K_{КТ}$$

Алоқа йўллари. Ўлчаш мажмуалари ва паст поғонаси Ахборотни Жамлаш ва Узатиш Тузилмаси

(АЖУТ), паст ва юқори поғонали АЖУТ лар орасидаги алоқа йўллари алоҳида кабелли ахборот узатиш йўллари ёки электр узатиш йўлларининг юқори частотали алоқаси, уяли телефон, интернет орқали амалга оширилиши мумкин. Ҳар бир ЭНҲАТ учун маҳаллий шароитлардан келиб чиқиб, алоқанинг у ёки бу тури танланади. Алоқа аппаратураси рақамли сигналнинг узатувчи ва қабул қилувчи модем ва мултипликаторлар билан жиҳозланади.

Ахборотни жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) АЖУТ – персонал компьютер (ПК) ёки ноутбук асосида бажарилади ва қуйидаги амалларни бажаради:

➤ Масофада жойлашган барча ўлчаш мажмуалардан ўлчанган катталикларни махсус дастурга асосан бир вақтда сўраб олади;

➤ ЭҲМ дастурлар асосида керакли алгебрик амалларни бажаради ва тижорат ёки назорат

катталикларининг ҳисоблаб мониторингга чиқаради. Юқори поғонали ЭНҲАТ га узатади. Ахборотни архивлаб сақлайди;

➤ Назорат катталиклар асосида бирламчи энерготежаш тадбирларини ишлаб чиқади;

➤ Энерготежаш тадбирларининг бажарилишини назорат қилади;

➤ Олинган ахборотга аралашувлардан ҳимоя қилади;

➤ Юқори поғонали ЭНҲАТ учун исталган ўлчаш мажмуасидан қўшимча ахборот олиш имкониятини беради;

➤ Барча рухсатсиз аралашувларни махсус журналда вақти ўлчаш мажмуасини аниқлаб қайд қилади.

Тижорат ва назорат –ўлчов ЭНҲАТ лар.

Ҳозирги вақтда ЭНҲАТ лар асосан икки тур вазифани бажаради.

Биринчиси, бу тижорат қайдлов вазифаси, яъни электр энергиянинг олди-сотди маҳсулот сифатида сотувчидан истеъмолчига узатиладиган электр энергиянинг, юқори аниқлик ва ишончлилиқ билан қайдлаш, маълум вақт давомида кирим-чиқим (баланс) ҳисобларини тайёрлаб икки томон муносабатларнинг аниқлаш ОАЖ ҳудудий электр тармоқлари сотувчи сифатида ТЭЦ, ГЭС, АЭС дан электр энергияни олиб барча истеъмолчиларга узатиб, тақсимловчи корхонадир.

Тижорат ўлчов-ахборот тизими фақат Даван тасдиқланган аниқлик синфи $G=0,25$ ва $0,5$ ли билан, яъни процессорли электрон ҳисоблагич билан жиҳозланиши лозим. Бундан бошқа тижорат ўлчов-ахборот тизимига қуйидаги шартлар қўйилади.

ТЎАТ нинг рухсат берилмаган аралашувлардан ҳимоя қилиш ҳар бир рухсатсиз

аралашувнинг аниқ вақти ой, кунини электрон ҳисоблагичини махсус кўринишга келтирилиши

Актив, реактив электр энергия, кувватлар, кувват коэффициент ва бошқа ўлчаш катталикларининг бир вақтнинг ўзида қайдловини таъминловчи ЭХМ дастури.

Электр таъминловчи ва ҳар бир алоҳида истеъмолчилар ўртасида ўлчов ахборот тизимини ўрнатиш, созлаш ва тест синовлари ўтказилган тўғрисида акт тузилиши лозим. Маълум давр мобайнида, мисол учун $\Delta t=30$ минутда истеъмолчи истемолланган электр энергия ва технологик исрофларнинг ўрта қийматини ҳисоблаш ЭХМ дастури билан таъминлаши керак.

Назорат – ўлчов тизимида қўлланиладиган жараёнларни электрон ҳисоблагичларнинг аниқлик синфи 1,0 бўлиши мумкин, лекин ҳисоблар ишончилиги юқори бўлиши шарт, яъни истеъмолчининг маълум вақт давомида ўртача

истеъмол қилинган электр энергиясининг қийматининг математик модели ва алгоритми ҳақиқий катталикларнинг акс эттириши лозим. Математик модел ва алгоритмлар соҳа мутахассислари, ЭХМ дастурлар дастурчилар томонидан тузилади.

Электр энергиянинг истеъмоли ва исрофларини ҳисоблаш усуллари суткали ишлаб чиқариш соҳаларининг истеъмол графикларининг тавсифловчи коэффициентлардан фойдаланишга асосланган. Бу коэффициентлар тахминий катталиклар бўлиб, справочниклардан олинади, демак ҳисобларнинг аниқлиги паст. Шунинг учун ҳозирги вақтда ҳисоблаш моделлари процессорли электрон ҳисоблагичларни имкониятларига таянган ҳолда ишлаб чиқилган ва аниқлиги ва ишончлилиги юқори.

Тижорат ЭНҲАТ ни электр энергия таъминловчи корхонага керакли ахборотни тўлиқ

ва ўзаро ҳисоб китобларни амалга ошириш учун етарли миқдорда етказа олиши лозим. Тижорат ЭНҲАТ кўп даражали электр тармоқнинг барча қисмларини ўзига мужассамланган ягона ахборот автоматик тизими бўлиб ягона бирламчи ахборот базасидан фойдаланиш керак.

Ахборот базаси ҳисобларнинг бажариши учун мос равишда таркибланган ва маъмурий хусусиятланган бўлиши керак.

Ҳозирги вақтда “Эльстер Метроника” компанияси ва унинг Россиядаги филиали “Альфа-Плюс”, “Евро-Альфа” ва “Альфа -Смарт” АС1440маркали процессорли электрон ҳисоблагичларни ЭҲМ дастурлар пакети билан биргаликда ўрнатиб, созлаш ишларини бажаради.

ЭНҲАТ нинг назорат ва ҳисобларининг асосий тугуни, бу чегаравий подстанция. Айнан чегаравий подстанция бутун ЭНҲАТ нинг юқори

ва паст даражаларини аниқлайди ва қуйидаги мажмуа тизимлардан иборат:

1. Ўлчаш мажмуалари – ҳар бир фидернинг бош қисмида ва ҳар бир 10/0,4 кВ ли истеъмол подстанцияларда ўрнатилиши шарт;

2. Паст ва юқори поғоналардаги ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ). Ҳар бир туман ўзининг алоҳида маҳаллий ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) бўлиб, ўлчаш мажмуаларидан (ЎМ) олинган ахборот, ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) асосида марказ компютери (сервер) да ҳисоблар бажарилади ва таҳлил асосида энерго тежаш тадбирлари ишлаб чиқиш орқали электр энергия истеъмоли назорат қилинади. Ҳисоблар ва таҳлиллар натижаси юқори поғона ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) га юборилади. Маҳаллий алоҳида туман ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) га туман

худудида жойлашган саноат корхоналарининг (СК) ўлчаш мажмуаларидан ҳам ахборот узатилади.

Юқори поғона ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) барча туман алоҳида ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) дан ахборот олиниб, ҳисоблар ўтказилади ва магистрал электр тармоқлари ахбороти билан таққосланиб таҳлиллар асосида, туманларда ишлаб чиқилган энерго тежаш тадбирлари текширилади ва бажарилиши узлуксиз назорат қилинади. Юқори поғонали вилот ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ) марказ, бевосита исталган чегаравий подстанциядан туманлар олган электр энергиясини текшириш ва ахборот олиш имконига эга.

Олинган ахборот асосида паст ва юқори поғонали ахборот жамлаш ва узатиш тузилма (АЖУТ) лари маълум вақт ичида, мисол учун бир

сутка давомида электр энергия кирим-чиқимларини ёки on-lain режимида, яъни ҳар бир онда амалга оширилиши мумкин;

3. Алоқа каналлари – ЭНҲАТ нинг барча катта ҳудудда жойлашган қисмларининг бирлаштирувчи, ягона тизимни шакллантирувчи восита. Электр тармоқларнинг қисмларида ЭНҲАТ нинг алоқа воситалари ҳар хил, радиоалоқа, алоқа кабеллари орқали, юқори частотали алоқа, уяли телефон бўлиши мумкин. Алоқа рақамли сигнални эфирга узатиш ва қабул қилувчи модем, ахборотни бир неча ЎМ ларидан олиб, АЖУТ га узатувчи мултиплексорлар орқали бажаради.

МАЖУТ – маҳаллий алоҳида ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси;

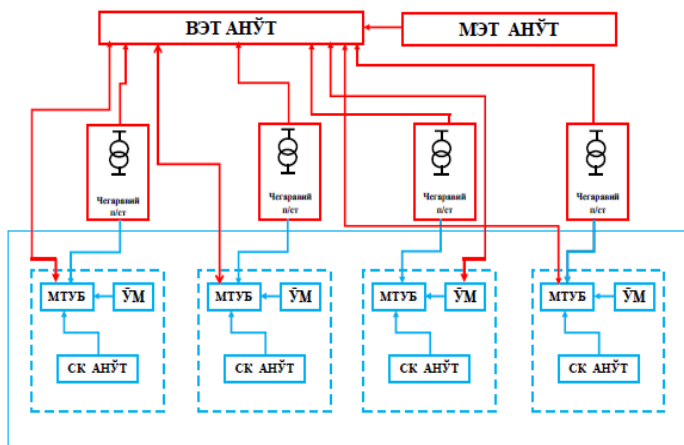
ВЭТАЖУТ - вилоят электр тармоқлари ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси;

МЭТАЖУТ - магистрал электр тармоқлари ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси;

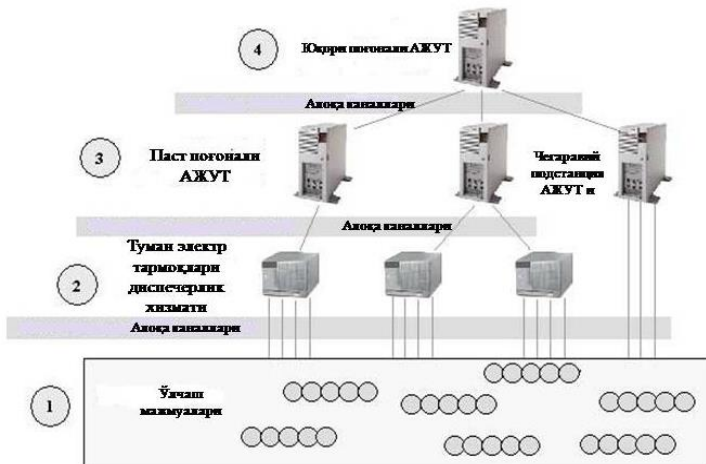
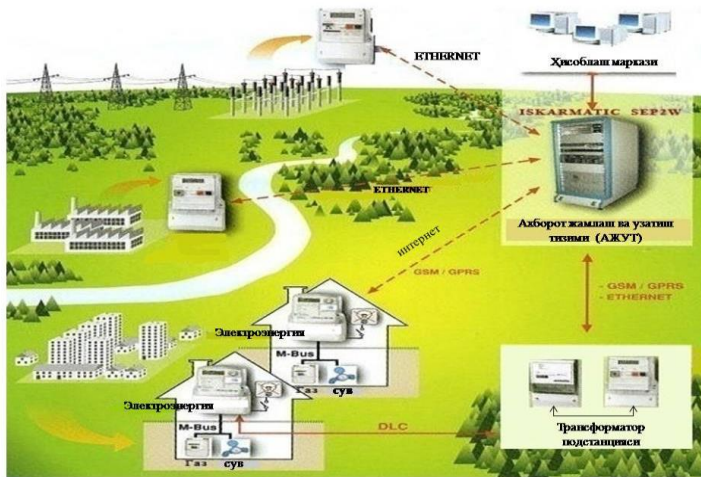
СКАЖУТ - туман худудидаги саноат корхонасининг ўлчаш мажмуаси ёки ахборот жамлаш ва узатиш тузилмаси (АЖУТ);

17.4.-расмда кўрсатилган вилоят электр тармоқлари учун ишлаб чиқилган ЭНХАТ нинг вазифали тузилиши кўрсатилган.

Территориал электр тармоқлари ёки автоматик назорат – ўлчов тизими



15.4.-расм



15.5.-расм

Glossary (izohli lug'at)

- 1. Elektr ta'minoti tashkiloti abonenti (Abonent) -**
Energiya qurilmalari energiya ta'minoti tizimining tarmoqlariga ulangan elektr energiyasini iste'molchi (issiqlik)
- 2. Favqulodda quvvat tizimi rejimi**
- 3. (Favqulodda zaxira) -** Energiya tizimida ishlab chiqarish quvvatini favqulodda kamaytirish uchun zarur bo'lgan quvvat zaxirasi
- 4. Elektr stantsiyasining favqulodda ishlash rejimi (elektr stantsiyasi) -** Elektr stantsiyasi (gidroelektr stantsiyasi) normativ-texnik hujjatlarda belgilangan quvvat va (yoki) sifat ko'rsatkichlari bilan elektr energiyasini ishlab chiqara olmaydigan
- 5. Transformatorning favqulodda rejimi -** Sarg'ishning yoki sarg'ish qismining kuchlanish yoki oqimi etarli bo'lgan vaqt davomida

transformatorni yo'q qilish yoki yo'q qilish bilan tahdid qiladigan ish tartibi

- 6. Elektr o'rnatishning favqulodda rejimi** - Elektr ta'minoti bilan o'zaro aloqada bo'lgan odamlarning elektr jarohatlanishiga olib keladigan xavfli vaziyatlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan elektr ta'minotining noto'g'ri ishlashi
- 7. O'chirish to'xtatuvchisi** - Elektr simini avtomatik ravishda almashtirish uchun mo'ljallangan kalit
- 8. Avtotransformator** - Ikki yoki undan ko'p sariq galvanik tarzda bog'langan transformator, ular umumiy qismni bo'lishadi
- 9. Chastotani o'zgartirish bo'limi** - Bir chastota o'zgaruvchan tokini boshqa chastotaning o'zgaruvchan tokiga aylantiradigan vosita generatori
- 10. Batareya** - Elektr zaryadlari bilan quvvatni qayta tiklash natijasida bir nechta oqim uchun mo'ljallangan galvanik hujayra

- 11. Akkumulyator batareyasi** - Elektrga ulangan akkumulyator kabellar bilan jihozlangan va qoida sifatida bitta uyda joylashgan
- 12. Faol elektron** - Elektr energiyasi manbalarini o'z ichiga olgan elektr inshooti
- 13. Quvvat tizimining asenkron ishlashi** - Quvvat tizimining bir qismini sinxron bo'lmagan tarzda aylantirish bilan xarakterlanadi
- 14. Asosiy tayanch stansiya rejimi** - Oldindan belgilangan vaqt oralig'i uchun deyarli aniq quvvatga ega bo'lgan stansiyaning ish tartibi
- 15. Quvvat tizimi balansi** - Quvvat tizimining yuklanish qiymatlari yig'indisi va kerakli zaxiraviy quvvatning energiya tizimining mavjud quvvatlariga mos kelishini tavsiflovchi ko'rsatkichlar tizimi
- 16. Quvvat tizimining elektr balansi** - Elektr energiyasini iste'mol qilish tizimida elektr energiyasidan foydalanish hajmini, o'z ehtiyojlari

uchun sarflanadigan elektr quvvatlarining elektr energiya tizimidagi elektr energiyasini ishlab chiqarish hajmiga muvofiqligi

17.Xavfsizlik masofa - Odamlar bilan xavfli va zararli ishlab chiqarish omilining manbai bo'lgan xavfli hududdan tashqarida bo'lgan eng qisqa masofa

18.Xavfsizlikning qo'shimcha past kuchlanishi - Tarmoq ichidagi kuchlanish elektr toki bilan ajratilgan xavfsiz izolyatsiya transformatori orqali 50 V AC dan oshmasligi yoki 50 g Vo'tkazgich orasidagi o'tkazgich to'g'ridan-to'g'ri oqim yoki biron-bir Supero'tkazgich va tuproq

19.Ishlab chiqarish jarayonining xavfsizligi - Ishlab chiqarish jarayonining huquqiy-me'yoriy-texnik hujjatlarida belgilangan sharoitlarda uni bajarishda mehnat xavfsizligi talablariga javob berish

20.Xavfsiz ish sharoitlari - Xavfli va zararli ishlab chiqarish omillari ta'siriga ta'sir ko'rsatadigan ish sharoitlarining holati yoki zararli ishlab chiqarish

omillarining ta'siri ruxsat etilgan maksimal qiymatlardan oshmasligi

21.Xavfsizlik xavfsiz holatga transformator -

Yuqori kuchlanishli kuchlanish zanjirlarini etkazib berish uchun mo'ljallangan, ajratuvchi transformator

22.Ishonchlilik - Ob'ektning o'ziga xos xususiyati - bir

muncha vaqt yoki vaqt uchun operatsion holatni doimiy ravishda saqlab turishdir

23.Elektr qurilmasidagi blokirovkalash - Elektr

qurilmasidagi mantiqiy inhibitsion funksiyasini amalga oshirish

24.Elektr mahsulotining (qurilma) - Mahsulotning

ba'zi qismlarida yoki mahsulotning boshqa qismlarida joylashgan joylarda mahsulotning ba'zi qismlari tomonidan bajarilgan ishlarning bajarilishiga yo'l qo'ymaslik yoki cheklash uchun mo'ljallangan elektr mahsulotining (qurilma) bir qismi, unda qabul qilinmaydigan holatlar paydo

bo'lishining oldini olish yoki kuchlanish ostida bo'lgan qismlarga bo'linadi

25.Varistor - Qiymati qo'llaniladigan voltajga qarab sezilarli darajada o'zgarib turadigan qarshilik

26.Kirish qurilmasi - Binoning tashqi devoriga ulangan va tashqi kabel yoki simni kiritish uchun mo'ljallangan qulflangan flap, keyinchalik binoga kirish va keyingi binoga olib keladigan tranzit chiqishi

27.Havo transformatori - Asosiy izolyatsiya qiluvchi va sovutadigan muhit atmosfera havosi bo'lgan quruq muhitli transformator

28.Qayta tiklash - Ob'ektni operatsion holga kelmaydigan holatdan o'tkazish jarayoni

Асосий адабиётлар

1. Сапаев М.С., Алиев У.Е., Қодиров Ф.М. Алоқа қурилмаларининг электр таъминоти. Ўқув қўлланма: – Фан ва технология, Тошкент 2011, 248 бет.

2. Aloqa qurilmalarining elektr ta'minoti (o'quv qo'llanma). M.S. Sapayev, F.M. Qodirov, U.T. Aliyev. O'z.R.OO'MTV, O'rta maxsus kasb-hunar ta'limi markazi. – T.: "IQTISOD-MOLIYA", 2012 – 264 b.

3. Q.R. Allayev, I.H. Sidiqov va bosh. Stantsiya va podstantsiyalarning elektr qismi. O'zR OO'MTV – T.: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2016. 304b.

4. Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования/. Н.Г.Калугин; под ред. Е.Е.Чаплыгина. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 192 с. ISBN 978-5-7695-6857-2.

5. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. Учебное пособие. – М.: Солон-пресс, 2008.-448 с.

6. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций В.М. Бушуев, В.А. Деминский и др. Издательство: Горячая Линия – Телеком 2009. – 383 с. ISBN: 978-5-9912-0077-6.

Additional:

7. Siddikov I.X. Aloqa qurilmalari qayta tiklanuvchi elektr ta'minoti manbalari fanidan uslubiy qo'llanma – Toshkent, TATU, 2016 – 92 b.

8. Majidov N.Sh. NOANA'NAVIIY VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI. O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan. T., 2014 – 177 b.

9. Телекоммуникация ускуналари электр таъминотига оид терминларнинг русча-ўзбекча изоҳли луғати./ М.Мухитдинов тахрири остида. Тошкент: Фан, 2009. -191 б.

10. Бокуняев А.А., Горбачев Б.В, Захаров М.Ф. и др. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций (конспект лекций)-М.: МТУСИ. 2004, 129 с.

11. Мурашко В.П., Системы кондиционирования воздуха. Теория и практика. Издательство: Евроклимат, -2017. -672 с. EAN-9785519501224.