

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

БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 621.303

РАҲМАТОВ БЕКЗОД БЕШИМОВИЧ

**Электротехник мажмуалар элементларида энергия исрофларини
камайтириш тадбирлари.
5А 310701- Электр механикаси**

Магистр академик даражасини олиш учун ёзилган диссертация

Илмий раҳбар:

т.ф.д. Н.Н Садуллаев

БУХОРО - 2018 йил

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

БУХОРО МУҲАНДИСЛИК – ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

Факультет: Э ва ИЧАКТ

Кафедра: Электроэнергетика

Ўқув йили: 2017/18

Магистратура талабаси: Раҳматов.Б

Илмий раҳбар: т.ф.д. Н.Н Садуллаев .

Мутахассислиги: 5А310701-Электр механикаси

АННОТАЦИЯ

Ушбу магистрлик диссертация иши Электротехник мажмуалар элементларида энергия исрофларини камайтириш тадбирларига бағишланган.

Саноат корхоналарининг электр юритма тизимини илмий текширишлар асосида тадқиқ этиб, асосий электротехник қурилмалардан бири бўлган куч трансформаторлари асинхрон моторларнинг, электр энергия исрофларини аниқлаб, уларни камайтириш тадбирларини ишлаб чиқиш орқали Электротехник мажмуаларда исрофларни камайтириш масалалари кўрсатиб ўтилган.

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет: Э и ИКТ в П

Кафедра: Электротехника

Учебный год: 2017/18

Студент магистратуры: Рахматов.Б

Научный руководитель: д.т.н. Н.Н Садуллаев .

Специальность: 5А310701-Электромеханика

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа магистра предназначена для снижения потерь энергии в случае комплексного электрического элемента.

Проверки промышленных предприятий на основе научных исследований электрической системы терпят неудачу, который является одним из основных электротехнических устройств силовых трансформаторов асинхрон двигателей, электрической энергии отходов и определить способы их снижения на основе разработки комплекса электротехнике вопросы по сокращению отходов в выставках

**THE MINISTRY OF THE HIGHER AND AVERAGE VOCATIONAL EDUCATION OF
REPUBLIC UZBEKISTAN**

BUKHARA INSTITUTE OF ENGINEERING – TECHNOLOGY

Faculty: E and IKTI

Chair: Elektrotechnical

Academic year: 2017/18

The Student of the Magistracy: Rakhmatov B.

The supervisor of studies: d.t.s. Sadullaev N.N

Speciality: 5A 310701-Elektrotechnical mechanics

THE SUMMARY

The thesis of the master is intended for decrease in losses of energy in case of a complex electric element. Checks of the industrial enterprises on the basis of scientific research of electric system fail which is one of the main electrotechnical devices of power transformers асинхрон engines, electric energy of waste and to determine ways of their decrease on the basis of development of a complex to electrical equipment questions by reduction of waste in exhibitions.

Мундарижа

Кириш.	6
1- БОБ. ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАЖМУАЛАРЛАРИДА ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИК АСОСЛАРИ.	8
1.1.Электротехник мажмуаларларида энергия самарадорликни асосий тушунчалари таҳлили	8
1.2. Саноат корхоналарида энергия самарадорликни белгиловчи асосий кўрсаткичлар	13
1.3. Саноат корхонаси электр техник мажмуаларда энергия тежаш имкониятларини аниқлаш	20
1.4.Электр технологик қурилмаларда электр энергиясини тежаш тадбирлари.	23
2-БОБ. ЭЛЕКТР ТЕХНИК МАЖМУАЛАРДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАШ ТАДБИРЛАРИ ТАҲЛИЛИ.	32
2.1. Электр техник мажмуаларда энергия истеъмолини камайтириш бўйича тадбирлар.	32
2.2. Бошқариладиган электр юритмаларни иш самарадорлиги кўрсаткичлари таҳлили.	37
2.3.Электр техника қурилмаларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.	50
2.4. Электр механик қурилмаларда энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.	57
3-БОБ. ЭЛЕКТР ТЕХНИК МАЖМУАЛАРДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАШ ТАДБИРЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ УСЛУБИЁТИ.	62
3.1.Компрессор қурилмаларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.	62
3.2. Электр технологик қурилмаларда энергия тежаш тадбирларини ташкил этиш.	66
3.3. Пайвандлаш қурилмаларида энергия тежаш тадбирлари.	68
3.4. Электр техник қурилмаларда энергия тежаш тадбирларини ўтказишдаги ҳисоблашлар.	71
Хулоса.	76
Фойдаланилган адабиётлар.	78

КИРИШ

Мамлакатимизда энергетика соҳасини янада ислоҳ қилиш, электр ва иссиқлик энергияси, табиий газ, сувдан (кейинги ўринларда — энергия ресурслари деб юритилади) оқилона фойдаланишни таъминлаш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Президентининг 23 август 2017 йил №ПҚ-3238 қарори

“Замонавий энергия самарадор ва энергия тежайдиган технологияларни янада жорий этиш чора – тадбирлари тўғрисида ” Давлат раҳбарининг қарори қабул қилинди. Шубҳасиз, давлат органлари ва ташкилотларининг замонавий энергия самарадор ва энергия тежайдиган технологияларни жорий этиш борасидаги фаолиятини жадаллаштириш, энергия ресурсларидан оқилона фойдаланишни таъминлашга хизмат қилади.

Энергия ресурсларни қувватини оширишдан кўра энергия тежамкор тадбирлар орқали энергиядан рационал фойдаланиш бир неча марта самарадор экани маълум. Бу эса ўз навбатида саноат корхоналарининг мавжуд электр таъминоти тизимини энергия тежамкорлик нуқтаи назаридан тадқиқотлар ўтказиш ва реконструкциялашни тақозо этади. Энергия самарадорлик асосида иқтисодийни модернизациялаш ва инновацияларга асосланган иқтисодийни шакллантириш ҳар бир ривожланаётган давлатнинг олдида турган устивор вазифаларидан бири бўлиб ҳисобланади. Инновацияларга асосланган иқтисодийни яратиш ишлаб чиқаришда энергия самарадор технологияларни қўллаш, энергия манбаларини диверсификация қилиш ва рақобатли муҳитни яратиш ҳамда фан билан ишлаб чиқаришни узвий боғлиқлигини тақозо этади.

Иқтисодийнинг жадал ривожланишга ўтишнинг энг самарали йўли энергетик ва технологик қурилмаларни энергия самарадор технологиялар асосида модернизация қилиш ҳисобланади. Бутун дунёда энергия ресурсларга бўлган эҳтиёжнинг кескин ошиши ва энергия ресурсларни истеъмоли билан боғлиқ экологик муаммоларни кучайиши барча соҳада энергия тежаш масалаларини илгари сурмоқда [20, 33]. Энергия ресурсларни

тежаш орқали маҳсулот таннархини камайтириш ишлаб чиқарилаётган маҳсулотимизни ташқи ва ички бозордаги рақобат бардошлигини оширишни асосий омилларидан биридир. Бу вазифани ҳал қилишнинг асосий йўналишлари бу: юқори самарадорликка эга бўлган технологик машиналарни ва энергияни етказиб берувчи рационал электр таъминоти тизимини қўллаш ҳамда энергиядан фойдаланиш жараёнларини автоматлаштириш ҳисобланади. Бу ўз навбатида энергия таъминоти тизими элементларини ва энергияни узатиш схемасини тўғри танлашни, электр энергияси сифатини назорат қилиш, электр таъминоти тизимини ишончлигини ошириш, истеъмол режимларини оптималлаш ва жадаллаштириш бўйича тавсияларни ишлаб чиқишни тақозо қилади. Бу корхона ва ташкилотларда ўтказиладиган энергетик аудити текширувларининг асосий вазифаси ҳисобланади. Энергетик аудит текширувлари асосида ишлаб чиқилган энергия самарадорликни ошириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқаришда катта иқтисодий самарадорликни таъминлайди.

1-БОБ. ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАЖМУАЛАРЛАРИДА ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИК АСОСЛАРИ

1.1. Электротехник мажмуаларларида энергия самарадорликни асосий тушунчалари таҳлили

Бутун дунёда, шу жумладан Республикамизда энергия ресурслар нархини ошиб бориши халқ хўжалигининг барча соҳаларида энергия тежамкорлик масаласини илгари суради [1, 2, 5]. Кўпгина ишлаб чиқариш соҳаларида маҳсулот таннархини асосий ташкил этувчиси энергияга тўловлар ташкил этмоқда. Маҳсулот бирлигига сарфланаётган нисбий энергия сарфининг кўплиги экспортга тайёр маҳсулотга нисбатан хом-ашё чиқариш самаралироқ бўлишини таъминламоқда. Энергия ресурсларни тежаш орқали маҳсулот таннархини камайтириш ишлаб чиқарилаётган маҳсулотимизни ташқи ва ички бозордаги рақобатбардошлигини оширишни асосий омилларидан биридир [2, 5]. Республикамизда ишлаб чиқарилаётган маҳсулот бирлигига сарфланаётган нисбий энергия сарфи ривожланган Европа давлатлари АҚШ ва Японияга нисбатан 3-4 марта катта эканлигини кўриш мумкин [1, 12, 47]. Бу эса электр энергия нисбий сарфини камайтириш бўйича имкониятларимиз борлигини кўрсатади ва ишлаб чиқариш корхоналарида энергия тежаш тадбирларини ўтказишни тақозо қилади.

Ишлаб чиқаришда энергия тежашга қуйидаги 3 йўл билан эришиш мумкин:

1. Самарасиз сарфланаётган энергия истемолини камайтириш орқали.
2. Энергияни узатишда ва ўзратиришда исрофларни камайтириш.
3. Энергия самарадор технологияларни қўллаш орқали.

Демак, энергия самарадорлик энергия тежашни бир йули эканини кўриш мумкин. «Энергия самарадорлик» тушунчаси энергия истемоли (масалан, уйни иситиш) бўйича маълум бир натижани одатдагидан камроқ энергия миқдорини сарфлаб эришишга тушунилади. Энергия тежамкор

чироқларни қўллаш бунга яққол мисол бўла олади. Чунки, бу чироқлар чўғланма чироқлар ҳосил қилган ёруғлик оқимини 5 марта кичик энергия сарфи билан таъминлайди.

Энергия тежашнинг асосий мақсади энергия истемолини камайтириш бўлиб унга масалан электр энергиясини ўчириб ҳам эришиш мумкин. Энергия самарадорлик энергияни самарали сарфлаб юқори натижага эришишни кўзда тутди. Яъни энергия самарадорлик энергияни оқилона сарфлаб олдингидан юқорироқ натижага эришишни талаб қилади.

Шундай қилиб, энергия самарадорлик энергия истемолини кўпайтирмасдан ишлаб чиқариш ҳажмини ошириб уни ривожлантириш имконини беради. Давлатни энергия ресурсларга бўлган қарамликни камайтиради. Ҳозирги кунда, иқтисодиётни жадал ривожлантиришни, энергияга бўлган харажатларни камайтиришни, атроф муҳит муҳофазасини яхшилашнинг ва ҳар бир инсонни кундалик харажатларини салмоқли камайтирадиган асосий йўли ишлаб чиқаришда ва кундалик ҳаётимизда энергия самарадорликни ошириш ҳисобланади.

Энергия самарадор қурилмалар жумладан, фақат эҳтиёж бўлганда энергия сарфини таъминлайдиган қурилмалар бўлиши мумкин, масалан, инсон хонага кирганда ёки эшикни очганда ёритиш ёки бошқа энергия истеъмол қилувчи қурилмаларни ишга тушиши бунга мисол бўла олади.

Мустақил давлатлар ҳамдўстлиги давлатларида энергия самарадорлик кўрсаткичлари ривожланган Европа давлатларига нисбатан 3-4 марта паст эканини кўришимиз мумкин. Бунинг асосий сабаби бу давлатларда асосан энергия ресурсларни интенсив қазиб олишга ва қайта ишлашга, энергия сарфи кўп бўлган ишлаб чиқаришни йўлга қўйилганлигини ва меҳнат унумдорлигини пастлигини айтиш мумкин. Бундан ташқари, бу давлатларда эски технологиялар ва усқуналар ишлатилаётганлиги ҳамда ишлаб чиқариш модернизация қилинмаганлиги маҳсулот бирлигига энергия сарфини юқори бўлишини таъминламоқда.

Энергия самарадорлик юқори бўлган давлатларда кам энергия сарфлаб нархи юқори бўлган маҳсулот ишлаб чиқаришга асосланган иқтисодиёт ташкил этилганини кўришимиз мумкин. Бу давлатларда инновацияга асосланган иқтисодиётни ташкил этилгани, ахборот технологияларга асосланган кам энергия сарфи ва қиймати баланд юқори технологияларга асосланган ишлаб чиқариш йўлга қўйилганини кўриш мумкин.

Статистика маълумотларида уй жой коммунал хўжалигида энергиянинг тахминан 70 % биноларни иситишга, 15 % овқат тайёрлашга, 10 % маиший техника ва 5 % ёритишга сарфланиши келтирилган. Уй шароитида энергия тежамкор қурилмалардан фойдаланиш энергия сарфини камайтиради, ҳаёт фаровонлигини оширади ва атроф-муҳити муҳофазасини таъминлайди. Шундай қилиб, ҳар бир инсонни энергия самарадорлик тамойилларига риоя қилиши унинг коммунал – хўжалик харажатларини камайтишига олиб келади.

Энергия самарадорлик ва муқобил энергия манбаларидан фойдаланиш атмосферага зарарли газларни чиқаришни камайтиришни самарали йўли ҳисобланади. БМТ маълумотрига кўра энергия самарадор технологияларни қўллаш атроф-муҳитни кўкаламзорлаштиришга нисбатан арзонроқ ва самаралироқ тадбир эканини таъкидлаб ўтилган.

Саноат корхоналаридаги электротехник мажмуаларни энергия самарадорлигини қуйидаги асосий тушунчалар орқали таҳлил қилиш мумкин.

энергияни тежаш — энергетика ресурсларидан самарали фойдаланишга йўналтирилган ҳуқуқий, ташкилий, илмий, ишлаб чиқариш, техник ва иқтисодий чора-тадбирларни амалга ошириш;

ёқилги-энергетика ресурси — ҳозирги вақтда фойдаланилаётган ёки истиқболда фойдаланилиши мумкин бўлган энергия манбаи;

энергетика ресурсларидан самарали фойдаланиш — техника ва технологиялар ривожланишининг мавжуд даражасида ва атроф муҳитни

муҳофаза қилишга қўйиладиган талабларга риоя қилган ҳолда энергетика ресурсларидан фойдаланишнинг иқтисодий ўзини оқлаган самарадорлигига эришиш;

иккиламчи энергетика ресурси — асосий жараёнда фойдаланилмайдиган, бироқ бошқа мақсадларда фойдаланиш учун етарли бўлган ишлаб чиқаришнинг асосий, оралик, қўшимча маҳсулоти ва чиқиндиларининг энергетика салоҳиёти;

энергетика ресурсларининг ноишлаб чиқариш сарфи — стандартлар, нормалар ва регламентлар бузилиши туфайли келиб чиққан энергия ресурслари нобудгарчилиги;

ёқилғи-энергетика ресурси истеъмолчиси — ёқилғи-энергетика ресурсидан маҳсулот ишлаб чиқаришда, хизматлар кўрсатишда, шу жумладан қайта ишлаш, транспортда ташиш ва сақлаш пайтида ҳамда ўз эҳтиёжлари учун фойдаланадиган юридик шахс;

энергетика текширувлари — ёқилғи-энергетика ресурсидан самарали фойдаланиш кўрсаткичларини аниқлаш ва фойдаланиш кўрсаткичларини оширишнинг иқтисодий асосланган чора-тадбирларини ишлаб чиқиш мақсадида ёқилғи-энергетика ресурси истеъмолчиларини текшириш;

энергетика экспертизаси — энергия таъминотининг энергия самарадорлиги лойиҳалари ва схемалари соҳасида, ишлаб турган, янгидан ишга туширилган ва реконструкция қилинадиган объектларда энергия ишлаб чиқарадиган ва энергияни истеъмол қиладиган асбоб-ускуналарнинг норматив-ҳуқуқий ҳужжатларга мувофиқлигини экспертизадан ўтказиш;

энергия самарадорлик — энергия ресурслар сарфланиб олинган самара (маҳсулот ёки хизмат кўрсатиш ҳажми ва ш.ў.) ўлчовини шу самарани олиш учун энергия ресурсларга сарфланган харажатларга нисбати билан аниқланадиган катталиқ

қайта тикланадиган энергия ресурслари — табиий жараёнлар орқали доимий равишда қайта тўлдирилиб борадиган табиий энергия

ресурслар. Қуёш, сув оқимлари ва шамол энергияси бундай ресурсларга мисол бўлади.

энергия ресурслардан оқилона фойдаланиш — техника ва технологиялар тараққиётига асосланган усулларда ва атроф муҳитга таъсири минимал ҳолга келтирилган ҳолда энергия ресурслардан фойдаланиб максимал самрадорликга эришиш

энергия ва ресурсларни тежаш — маҳсулот ишлаб чиқаришда ёки хизмат кўрсатишда улар сифатига ва атроф муҳитга салбий таъсирини оширмасдан энергия сарфини белгиланган мейёрий қийматдан камроқ сарфлаб бажаришга йўналтирилган тадбирлар натижаси.

энергия баланси— белгиланган вақт оралиғида энергия хўжалик томонидан қабул қилинган ва сарфланган, қолдиқ қолган энергия ресурсларни кўрсаткичлари қийматлари умумлашмаси.

энергия тежовчи технология —мавжудига нисбатан юқорироқ фойдаланиш коэффициентиغا эга бўлган янги ёки такомиллантирилган технологик жараён

технологик эҳтиёжлар: ушбу маҳсулот (иш) турини ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнларига ёқилғи, иссиқлик ва электр энергияси сарфи.

ўз эҳтиёжи: асосий технологик асбоб-ускуналарнинг нормал иш режимини ушлаб турадиган энергия истеъмол қилувчи агрегатларнинг ЁЭРи сарфи.

ишлаб чиқариш (ёрдамчи) эҳтиёжлари: маҳсулот олишда технологик жараённи қўллаб-қувватлайдиган ишлаб чиқариш ва ёрдамчи энергия истеъмол қилувчи агрегатларнинг ЁЭР истеъмоли.

хўжалик (коммунал-маиший) эҳтиёжлари: ишлаб чиқаришнинг хўжалик-маиший эҳтиёжларига ЁЭР сарфи.

энергия мониторинги — белгиланган энергия истемоли параметрларини кузатиш.

1.2. Саноат корхоналарида энергия самарадорликни белгиловчи асосий кўрсаткичлар

Саноат корхоналарида электр энергиясидан фойдаланиш самарадорлиги белгиловчи асосий кўрсаткичлар сифатида куйидагилар ҳисобланади:

Электр таъминоти тизимини ёки технологик ускунанинг фойдали иш коэффициенти (ФИК) - технологик ускунада фойдали ишга сарфланган энергияни қурилмада истеъмол қилинган энергияга нисбати билан аниқланади, нисбий бирликда ёки фоизда ўлчанади.

Маҳсулотнинг энергия (электр) сизими – маҳсулот ишлаб чиқаришда энергияга бўлган талабни билдиради. Бу кўрсаткич кўпинча ҳар хил технологик қурилмада ишлаб чиқилган бир хил маҳсулот учун қулланилади ва бу кўрсаткич кўпинча технологияга нисбатан қўлланилади.

Маҳсулот бирлига сарфланган электр энергияси-бирлик ўлчамдаги маҳсулотни ишлаб чиқариш учун сарфланган энергия;

Маҳсулот таннархида электр ҳаражатлари ҳиссаси – маҳсулот таннархидаги энергия ҳаражатлари салмоғини белгилайди, нисбий бирликда ёки фоизда ўлчанади.

Ҳозирги кунда корхона энергия хўжалиги фаолияти самарадорлигининг асосий кўрсаткичи маҳсулот бирлигига сарфланган электр энергияси ҳисобланади. Электр энергияси истемоли самарадорлик кўрсаткичлари сифатида корхона бўйича қувват коэффициенти, фойдали иш коэффициенти (ёки нисбий энергия исрофлари), энергияда фойдаланишда электр энергияси сифати кўрсаткичларини мейёрий қийматлар доирасида бўлиши ва ш.ў. бўлади.

Бунда инновация лойиҳаларини самарадорлиги соф дисконтланган фойда, инвестицияларни соф фойда келтириш индекси (лойиҳанинг

самарадорлик коэффициенти), соф фойданинг ички мейёрий қиймати, капитал харажатларни қоплаш муддати билан баҳоланади.

Энергия самарадорлик кўрсаткичи одатда давлат миқёсида ўлчанади. Чунки бу кўрсаткич энергия манбаларини қидириш, илмий –тадқиқот, казиб чиқариш ва фойдаланиш жараёнларини ўз ичига олади. Бундан ташқари, бу кўрсаткични аниқлашда атроф –муҳитга етказилган зарар ҳам эътиборга олинади. Энергиядан фойдаланиш самарадорлигини аввало энергия самарадорлик кўрсаткичи (коэффициенти) билан аниқланади. Бу кўрсаткични ҳисоблашни бир нечта ифодаси бўлиб номланган ва нисбий бирликларда аниқланади. Бу кўрсаткични ялпи ички маҳсулотга (ЯИМ) боғлаб аниқланадиган кўриниши кенг қўлланилади. Бунда энергия самарадорлик шартли бирликдаги энергия ресурсни сарфлаб олинган миллий даромад орқали баҳоланади. Бу кўрсаткич ҳам бир неча ўлчов бирликларда ҳисобланади. 1-жадвалда жаҳондаги асосий энергия истемолчиларнинг ЯИМ орқали аниқланган қиёсий энергия самарадорлик кўрсаткичлари келтирилган [1].

Энергия самарадорлик бу жамиятнинг жорий вақтдаги ва келусидаги эҳтиёжлари учун фойдали сарфланган $\Delta E_{\text{фойда.иш}}$ - энергияни ушбу энергиядан фойдаланиш учун сарфланган жами $\Delta ИЭР$ – иссиқлик энергетика ресурслари харажатларга нисбати билан аниқланадиган кўрсаткичга айтилади.

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{\Delta E_{\text{фойдаиш}}}{\Delta ИЭР}$$

Умуман олганда, энергия самарадорлик кўрсаткичи ўлчовсиз бўлиб нисбий бирликда ифодаланиши мақсадга мувофиқ. Яъни, ифодадаги энергия бирликлари бир хил ўлчов бирлигида (масалан, жоул, сўм ва ҳ.к.) бўлиши энергия самарадорликни аниқроқ баҳолаш имконини беради. Бунда нафақат энергия оқимини балки энергия сифатини ҳам баҳолаш зарур бўлади. Масалан, электр энергияси фойдали иш олиш учун иссиқлик энергиясига нисбатан анча катта имкониятларга эга бўлади. Шунинг учун энергия

самарадорлик кўрсаткичини ҳисоблашда айрим ҳолларда энергия ресурсининг электр энергиясига айлантирилган эквивалентидан ҳам фойдаланилади. Юқоридагилардан кўринадикки, энергия самарадорлик кўрсаткичини аниқлашда ҳозирги кунгача аниқ бир ёндашув йўлга қўйилмаган.

Энергия самарадорликни энг кўп қўлланилаётган кўрсаткичлардан бири яратилган ялпи ички маҳсулотга нисбатан олинган қиймати ҳисобланади. Ҳозирги кунда энергия самарадорлик кўрсаткичини аниқлашда қуйидаги меъзонлардан фойдаланилади:

1. Яратилган ЯИМ қийматини фойдаланилган ресурслар сарфи ўлчов бирлигига нисбати бўйича (*минг долл т.ш.ё*);

2. Яратилган ЯИМ қийматини (иш ҳақини харидоргирлик қобилиятини эътиборга олган ҳолда) фойдаланилган ресурслар сарфи ўлчов бирлигига нисбати бўйича (*минг долл т.ш.ё*);

3. Энергия сарфи билан яратилган ЯИМ қийматини иссиқлик энергия ресурси (ИЭР) нархига нисбати бўйича нисбий бирликда;

4. Энергия сарфи билан яратилган ЯИМ қийматини (иш ҳақини харидоргирлик қобилиятини эътиборга олган ҳолда) иссиқлик энергия ресурси (ИЭР) нархига нисбати бўйича нисбий бирликда;

5. Энергия сарфи билан яратилган ЯИМ қийматини ИЭР ни электр энергиясига эквивалент ўлчамига нисбати бўйича, *минг долл МВт*.

6. Энергия сарфи билан яратилган ЯИМ қийматини ИЭР ни электр энергиясига эквивалент қийматини нархига нисбати бўйича, нисбий бирликда.

Қуйидаги жадвалда юқорида келтирилган меъзонларда ҳисобланган энергия самарадорлик кўрсаткичлари жаҳондаги асосий энергия истемолчилари бўйича келтирилган .

1-жадвал.

Жаҳондаги асосий энергия истемолчиларни энергия самарадорлик кўрсаткичи.

Кўрсаткич	Россия	ЕИ	АҚШ	Жаҳон
ЯИМ энергия самарадорлиги, минг дол/т.ш.ё	0,4	4,5	2,7	2,4
ЯИМ энергия самарадорлиги, (ИХХК) минг дол/т.ш.ё	1,26	3,95	2,7	2,85
ЯИМ энергия самарадорлиги, ИЭР нархи бўйича	13,1	54	36,8	21,5
ЯИМ энергия самарадорлиги, ИЭР нархи бўйича (ИХХК)	40	46	36,8	26,3
ЯИМ энергия самарадорлиги, минг дол/МВт	0,46	3,86	2,42	2,4
ЯИМ энергия самарадорлиги, (электр энергияси нархи бўйича)	32,45	49,12	40,7	34,04

Жадвалдан кўринадики электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва истемоли ускуналарини фойдали иш коэффициенти барча давлатларда деярли бир хил бўлишига қарамасдан бир кўрсаткични ҳар хил бирликда қиймати 10 баробаргача фарқ қилиши мумкин. Бу эса иқтисодиётдаги энергия самарадорликни объектив баҳолашни қийинлаштирмоқда.

Энергия ресурсларни қазиб чиқарилиб фойдаланишга бўлган босқичлардаги харажатларни эътиборг олиб қуйидаги умумий самарадорлик кўрсаткичини оламиз:

$$\eta_{эф} = \frac{\Delta K_{жс}}{\Delta П_p} = \frac{\Delta ЯИМ}{\Delta Э_л} \times \frac{\Delta Э_л}{\Delta ТЭР} \times \frac{\Delta ИЭР}{\Delta П_p}$$

Ушбу кўрсаткичлар бўйича энергия ресурсларни асосий ишлаб чиқарувчи давлатлар ва ташкилотлар бўйича энергия самарадорлик кўрсаткичлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Энергия самарадорлик кўрсаткичлари	Давлатлар				
	<i>Россия</i>	<i>ОПЕК</i>	<i>ЕИ</i>	<i>АҚШ</i>	<i>Жаҳон</i>
$\eta_о = \frac{\Delta ТЭР}{\Delta П_p}$	0,3	0,2	0,7	0,6	0,4
$\eta_{ТЭР} = \frac{\Delta Э_л}{\Delta ТЭР}$	0,4	0,1	1,1	0,9	0,63
$\eta_{эл} = \frac{\Delta ВВП}{\Delta Э_л}$	32,5	23,7	49	41	34
$\eta = П(\eta_о \times \eta_{ТЭР} \times \eta_{эл})$	4	0,5	38	22	8,6

Электр энергияси истемоли самарадорлик кўрсаткичлари сифатида корхона бўйича қувват коэффициенти, фойдали иш коэффициенти (ёки нисбий энергия исрофлари), энергияда фойдаланишда электр энергияси сифати кўрсаткичларини мейёрий қийматлар доирасида бўлиши ва ш.ў. бўлади.

Бунда жорий вақтдаги электр энергияси самарадорлик кўрсаткичларига таъсир этувчи кучланишни сифати кўрсаткичлари таҳлил қилиниб натижалар келтирилади. Булар, кучланишни оғиши ва тебраниши, носимметриклик ва носинусоидаллик коэффициенти ва бошқалар бўлади.

Саноат корхоналарида электр энергиясидан фойдаланиш самарадорлигини баҳолайдиган асосий кўрсаткичлардан бири маҳсулот ишлаб чиқаришдаги энергия сарфи ҳисобланади [47, 54]. Бу кўрсаткич таҳлили асосида энергия тежаш имконияти бўлган ускуналар аниқланади ва энергия тежаш тадбирлари ташкил этилади.

Хозирги пайтда амалиётда асосан икки хил кўринишда нисбий энергия сарфи аниқланади. Булар биринчиси: маҳсулот бирлигига сарфланадиган энергия сарфи, иккинчиси: ишлаб чиқарилган бирлик қийматдаги (масалан, 1 млн сўм) маҳсулотга сарфланадиган электр энергияси. Бундан ташқари нисбий энергия сарфи ўлчов бирлигисиз ҳам ҳисобланиши мумкин бунда бирлик қийматдаги ишлаб чиқарилган маҳсулотга сарф бўлган электр энергия сарфи қиймати билан аниқланади.

Технологик жараен босқичлари буйича нисбий энергия сарфи куйидагича аниқланади.

$$\omega_0 = \frac{W_j}{m_j}$$

Бу ерда W_j - технологик жараенга сарфланадиган электр энергияси
 m_j - технологик жараен вақтда қайта ишланадиган маҳсулот ҳажми.

Барча жараенлар буйича олинган нисбий энергия сарфлари йигинди (сумма) қилиниб, цех буйича технологик нисбий электр энергия сарфи билан такқосланади.

$$\omega_{oc} = \sum_{j=1}^n \omega_{0j}$$

Корхонада ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларни улгуржи нархлари асосида 1 минг сум ишлаб чиқарилаётган нисбий энергия сарфи аниқланади.

$$C_0 = \frac{V_n}{W_n}$$

Бу ерда n - махсулотни V хажмдаги улгуржи бахоси, минг сум.

V_n - хажмдаги махсулотни ишлаб чиқиш учун сарфланган электр энергияси.

Бундан ташқари минг сум махсулотни ишлаб чиқаришда сарфланган электр энергияси қиймати миқдори аниқланади.

$$C_0^1 = \frac{V_n}{C_n}$$

Бу ерда C_n - n хажмдаги махсулотни ишлаб чиқаришда сарфланган электр энергияси туловлари минг сум.

Бу курсатқич ишлаб чиқарилаётган махсулот қийматида электр энергияси туловлари ҳиссасини аниқлаб беради.

Ишлаб чиқаришда электр энергиясини корхоналарга чекловлар (лимитлар)ни белгилашда нисбий энергия сарфи кенг қўлланилади. Шунинг учун махсулот бирлигига сарфланаётган энергия сарфи кенг қўлланилади. Бунда корхонада энергия баланслари тузилади. Технологик ускуналарнинг энергия сарфи асосида махсулот бирлигига сарфланган технологик солиштирма энергия сарфи, ёрдамчи технологик ускуналар ва ёритишга сарфланган энергия асосида цех бўйича солиштирма энергия сарфи, корхона ички электр таъминоти тизимидаги умумсаноат истеъмолчилари (насос ёки компрессор станцияси, қозонхона ш.ў.) ва исрофлар асосида корхона бўйича солиштирма энергия сарфи ҳисобланади. Умумий ҳолда бу энергия баланси қуйдаги ташкил этувчиларни аниқлашни такозо қилади:

$$W = W_T + \sum_{n=1}^n W_3 + W_6$$

бу ерда W_m – технологияга сарфланадиган электр энергияси; W_3 – энергия сиғими катта бўлган объектлар (насос станцияси, компрессор станцияси, совутиш ва иситиш агрегатлари ва ш.у.); W_6 – умумкорхона ёрдамчи эҳтиёжларига сарфланадиган электр энергияси.

Ушбу ташкил этувчилар аниқлангандан сўнг, маҳсулот бирлигига сарфланаётган электр энергия сарфи технологик агрегатлар бўйича, цех ва умумкорхона бўйича ҳисобланади. Маҳсулот бирлигига сарфланадиган электр энергияси асосан чиқарадиган маҳсулот хили кўп бўлмаган корхоналарда қўлланилади. Кўп турдаги маҳсулот чиқарувчи корхоналар учун бу катталикларни ҳисоблаш анча қийинчилик туғдиргани учун ишлаб чиқарилган birlik қийматдаги маҳсулот учун сарфланган электр энергия сарфи аниқланади.

1.3. Саноат корхонаси электр техник мажмуаларда энергия тежаш имкониятларини аниқлаш

Электр машиналарда энергия самарадорликни ошириш тадбирлари. Саноат корхоналарида электр энергияси асосий истеъмолчиси электр моторлар ҳисобланади. Цех ички таъминотида исрофлар 9-10% ни ташкил этади. Шундан 12-15% цех тармоқларида, 85 % эса асинхрон моторларда (АМ) исроф бўлади. АМ даги исрофнинг 43,6% статор чулғамида, 12,7 % ротор чулғамида, 43,7% моторнинг магнит тизимида бўлади [21]. Шундай қилиб, электр моторлардаги исрофлар электр энергиясини узатиш ва тақсимлашдаги умумий исрофлар билан тенглашади. Шунинг учун, корхона миқёсида режалаштирилган моторларда электр энергиясини тежаш тадбирлари катта иқтисодий самарани таъминлайди.

Корхона электр энергияси истемолининг асосий қисми технологик машиналарнинг электр юритмаларига тўғри келади. Электр юритмаларни иш режимларини оптималлаш ва ростланадиган электр юритмалардан фойдаланиш катта иқтисодий самарадорликни таъминлайди. Электр энергияси исрофларини камайтириш электр ускуналарини таъмирлаш сифатини яхшилаш орқали ҳам эришиш мумкин. Бу тадбир айниқса

моторларни таъмирлашда яхши самара беради. Бунда таъмирдан кейин моторнинг параметрлари паспорт параметрларга яқинлаштириш лозим. Сифатсиз таъмирдан чиққан моторлар реактив қувватни кўп истемол қилиши, чулғамлар носимметрик бўлиши, салт ишлаш токини ошиб кетиши туфайли кўп исрофларни келтириб чиқаради. Бундай салбий ҳолатлар мотор чулғамини номинал катталикларидан бошқа катталикларга (номинал тезлик, кучланиш, частота ўзгарганда) қайта ўраганда қўшимча ҳисоблашлар бажариш талаб этилади.

Асинхрон машина электр энергиясини механик энергиясига айлантириб берувчи қурилма бўлиб мотор валидаги фойдали механик қувватдан ташқари энергия ўзгаришлар исроф ҳисобланади. Машинадаги исрофлар физик моҳиятига кўра, ички, иссиқлик ва механик энергиялар кўринишида йўқотилади. Бундан ташқари электр энергиясини бир кўриниши бўлган реактив қувват исрофи шаклида ҳам энергия йўқотилади.

Асинхрон машинадаги асосий исрофлар қуйидагиларга бўлинади: пўлатдаги исрофлар (асосий ва қўшимча), электр исрофлар, шамоллатиш, механик ва қўшимча исрофларга бўлинади.



1-расм. Электр машиналардаги қувват исрофининг ташкил этувчилари.

Электр машинага узатилган қувватнинг бир қисми ўтказгичларни қизишига, магнит ўзағни қайта магнитланишига, совитиш учун ҳаво оқимини ҳосил қилишга, айланувчи қисмларни ҳаво билан ишқаланишига ва подшипниклардаги ишқаланишига сарф бўлади. Бу қувватлар йиғиндисини исрофлар деб айтилади. Чунки, электромеханик жараёнда бу қувват йўқолади.

Электр машинадаги исрофлар асосий ва қўшимча исрофларга бўлинади. Асосий исрофларга чулғамлардаги, сирпанувчи контактлардаги, магнит ўзақдаги, шамоллатишдаги ва механик исрофлар киради. Магнит ўтказгич пўлатидаги асосий исрофлар гистерезис (қайта магнитланиш) исрофлари ва уярмавий токлар исрофларидан ташкил топган. Бу исрофлар пўлатни типидан, пўлат варақнинг қалинлигидан, қайта магнитланиш частотасидан ва индукциядан боғлиқ бўлади. Бундан ташқари исрофларни ҳосилбўлишига бошқа омиллар: пўлат варақларни йиғиш ва зичлаштириш технологияси ҳам таъсир кўрсатади. Бу исрофларни аниқ ҳисоблаш амалда имконияти йўқ. Шунинг учун амалда кўп йиллик тажрибаларга асосланган эмперик математик ифодалардан фойдаланилади.

Электр машинадаги исрофларни асосий ташкил этувчилари. Асинхрон машинадаги пулатдаги асосий исрофлар фақат статор учун ҳисобланади. Чунки, ротор номинал тезликда айланганда қайта магнитланиш частотаси тенг бўлиб жуда кичик қийматга эга бўлади ва ҳисобга олинмайди. Машинани юргизишда ротор токи частотаси статор токи частотасига яқин бўлади. Асинхрон моторни юргизиш жараёни бошида ротордаги қайта магнитланиш исрофлари статордаги билан деярли бир хил бўлади. Аммо, юргизиш жараёнидаги электр исрофлар бу исрофларга нисбатан бир неча маротаба катта бўлгани сабабали ҳисоблашларга деярли таъсир кўрсатмайди.

Пўлатдаги қўшимча исрофлар салт ишлаш режимида вужудга келадиган сирт исрофлари ва пульсацияланувчи исрофларга бўлинади. Сирт

исрофлари ҳаво оралиғида магнит оқим ўзгаришларидан вужудга келадиган индукциядан ҳосил бўлади. Бу ўзгаришлар ҳаво оралиғини кенглигини ўзгаришига ва статор ва ротордаги пазлар сонига боғлиқ бўлади. Бу ўзгаришлар туфайли тишларни ҳаво оралиғи билан туташган юзаларида уярмавий ЭЮК лар ва тоқлар пайдо бўлади ўз навбатида қўшимча исрофларни келтириб чиқаради. Пульсацияланиш частотаси тишлар сони ва роторни айланиш тезлигига пропорционал бўлади. Тиш каллагини юқори юзасида уярмавий тоқлар ҳосил қилади ва исрофларни вужудга келтиради.

Ишлаб чиқаришда тамирланган асинхрон моторларнинг салмоғи ортиб бормоқда. Таъмирлаш технологиясига тўла амал қилинмаганлиги туфайли мотор иш режими параметрлари паспорт параметрларига мувофиқ келмаганлигини кузатиш мумкин. Моторнинг энергетик кўрсаткичлари пасайиб кетганлиги туфайли корхонадаги исрофлар миқдорига сезиларли таъсир кўрсатмоқда. Таъмирдан кейинги асосий камчиликлар мотор чулғамини нотўғри ҳисоблаш ёки нотўғри ўраш билан боғлиқлигини кузатиш мумкин.

1.4. Электр технологик қурилмаларда электр энергиясини тежаш тадбирлари.

Саноатда қўлланиладиган энергия сиғими энг катта бўлган технологик қурилмалардан бу электр технологик қурилмалар ҳисобланади. Электр энергиясини истеъмол қилиб, уни бошқа турдаги энергияга айлантириш орқали ва шу вақтнинг ўзида технологик жараёнларни амалга ошириш учун белгиланган қурилмалар *электротехнологик қурилмалар* деб аталади.

1. Электр тоқининг пировард иссиқлик таъсирига асосланган қурилмалар. Бу гуруҳ қурилмаларига уй рўзғор қиздириш жихозлари, бевосита ва билвосита қиздириш қаршилиқ печлари, суюқлик ва газларни қиздириш қурилмалари - турли кўринишдаги электр қозонлари ва

электрокалориферлар, шунингдек қиздирувчи элементлар вазифасини ишқорлар ёки оксидлар эритмалари бажарувчи, электродли ванналар.

Индукцион қиздириш қурилмаларининг ишлаш принципи саноат частотаси ва ундан юқори частотадаги ўзгарувчан ток электр энергиясини аввал ўзгарувчан магнит майдон энергиясига, бу энергияни эса яна электр энергиясига ва сўнгра охириги кўринишдаги энергияни қиздирилувчи материалда иссиқлик энергиясига айлантиришга асосланади. Ушбу усулдан фақат ток ўтказувчан материалларни қиздиришда фойдаланилади.

Диэлектрик материалларни қиздиришда эса моддаларни поляризациялаш жараёнида юқори частотали электр майдон энергиясини иссиқлик энергиясига айлантиришга асосланган қурилмалардан фойдаланилади.

2. Электр токининг пировард электрохимёвий таъсирига асосланган қурилмалар. Бундай қурилмалар тоифасига эритма ёки қоришма билан тўлдириладиган электролиз ванналари, юзаларга ымоялаш ёки декоратив қопламалар берувчи қурилмалар, шунингдек галъванопластика усулида махсулот олиш қурилмалари ва электролитларда электрохимёвий - механик ишлов бериш қурилмалари киради.

3. Электрмеханик қурилмалар. Бундай қурилмаларда ишлов берилаётган материаллардан импульс режимидаги токнинг оқиб ўтиши механик кучлар хосил бўлишига олиб келади.

Мазкур қурилмаларнинг махсус синфини улфtratовуш таъсирида ишловчи қурилмалар ташкил қилиб, улфtratовуш генераторларидан берилаётган юқори частотадаги механик тебранишлар таъсирида технологик жараёнлар амалга оширилади.

4. Электркинетик қурилмалар. Уларнинг ишлаш принципи электр майдон энергиясини ьарактадаги заррачалар энергиясига айлантиришга асосланган. Бундай қурилмалар тоифасига электрон - ион технологияларга асосланган электр филтърлари, порошок материаллари ва эмульсияларни

ажратиш қурилмалари, электр бўёқлаш ва оқава сувларни тозалаш қурилмалари киради.

Саноат корхоналарида энг кенг тарқалган энергия сиғими катта бўлган электр технологик қурилмалаган иссиқлик печлари ва пайвандлаш агрегатлари киради. Шунинг учун, энергия тежаш имкониятларини татқиқ қилишни асосан ана шу қурилмаларда кўриб қиамиз.

Индукцион қиздириш усули ва индукцион қиздириш қурилмаларининг турлари Ток ўтказувчи жисмлар, яъни биринчи ва иккинчи тартибли ўтказгичларни индукцион усулда қиздириш, ўтказгичлар томонидан электромагнит энергияни ўзлаштириш оқибатида ўсил бўлувчи уярма тоқлар таъсирида Джоулг - Ленц қонунига кўра ажраладиган иссиқлик энергияси орқали амалга оширилишига асосланган. Ўзгарувчан электромагнит майдони индуктор томонидан ўсил қилиниб, индуктор қиздирилаётган жисмга (ўтказгичга) нисбатан трансформаторнинг бирламчи чулғами (ғалтаги) сифатида ўсобланади. Қиздирилаётган жисм эса битта қисқа туташган чулғам сифатида трансформаторнинг иккиламчи чулғами вазифасини бажаради.

Белгиланишига кўра барча индукцион қиздириш қурилмалари (ИҚҚ) эритиш печлари, миксерлар ва қиздириш қурилмаларига бўлинади. Ўз навбатида эритиш печлари пўлат ўзакли (каналсимон) индукцион печларива пўлат ўзаксиз (тигел) индукционпечларига бўлинади. Индукцион қиздириш қурилмалари эса асосан икки гуруёга, яъни тўлиқ қиздириш ва юза қиздиришқурилмаларига бўлиб ўрганилади. Бундай қурилмаларда паст ҳароратдаги ва юқори ҳароратдаги қиздириш технологик жараёнлари амалга оширилади.

Пўлат ўзакли (каналсимон) индукцион печлари (ИКП лар) тузилишига кўра икки чулғамли куч трансформаторини эслатиб, кўп қатламли пўлат ўзакка ўралган бирламчи чулғам (индуктор) ва шу ўзакка ўрнатилган иккиламчи чулғам вазифасини бажарувчи канал кўринишдаги мослама ичига металл тўлдирилган қисқа т у т а ш г а н «ғалтак»дан иборат. Иккиламчи

чулғам (каналдаги металл) да печғ истеъмол қилаётган энергиянинг 90 - 95 фоизи ўзлаштирилади. Диэлектрик қиздириш қурилмаларининг (ДҚҚ) ишлаш принципи ўзгарувчан электр майдонига киритилган диэлектрик материаллар ва ярим ўтказгичлардан ўтаётган электр токининг таъсирига асосланган.

Технологик белгиларига кўра юқори частотадаги диэлектрик иссиқлик ишлови берувчи қурилмалар уч кўринишда бўлади.

Биринчи кўриниш ДҚҚ лар бир жинсли электр майдонида тезкор иссиқлик ишлови беришни талаб қилувчи жуда катта ўлчамдаги маҳсулотларни қиздиришга мўлжалланган бўлиб, уларда жун ёки пахта матоларини, целлюлоза ва дарахт маъсулотларини қуритиш, катта ўлчамдаги электр изоляторлари ва фосфор маъсулотларига иссиқлик ишлови бериш, пластмасса ва полимер плёнкаларни пайвандлаш каби жараёнлар амалга оширилади.

Иккинчи кўриниш ДҚҚ лар узун ясси маъсулотларга иссиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган бўлиб, уларда пахта толаларини, матога туширилган расмлар (шакллар) ни, қоғоз, фотоплёнка, кимёвий ва фармацевтик препаратларни қуритиш, елимларни полимерлаш, каучукни қиздириш ва бошқа шу каби жараёнларни амалга ошириш учун мўлжалланган.

Учинчи кўриниш ДҚҚ ларда бир жинсли ва тез қиздиришни талаб қилмайдиган жараёнлар амалга оширилади, булар маъсулотларни муздан тушириш, озиқ-овқатни иситиш ёки уни тез тайёрлаш, оддий керамик маъсулотларга иссиқлик ишлови бериш, чой барги ёки маълум мева маъсулотларини қуритиш кабилардир.

Катта миқдордаги иссиқлик энергиясини талаб қиладиган қатор электротермик жараёнларни амалга оширишда органик ёқилғи ысобига эришиб бўлмайдиган юқори ыароратларга, электр ёй разряди ёки оддий қилиб, айтганда электр ёйи ёрдамида эришилади. ы Билвосита ЭЁП нинг схемаси 12 - расмда келтирилган. Бир фазали билвосита ЭЁП ларнинг асосий

қисмлари қуйидагилардан иборат: 1- ички қисми юқори ҳароратларга (ўтга) чидамли материал билан футеровкаланган горизонтал ванна; 2-горизонтал ваннанинг қарама - қарши деворларига ўрнатилган электродлар. Электродлар сарф бўлиб бориши мобайнида махсус механизм ёрдамида бири-бирига қараб силжитиб борилади; 3 – эритилаётган материал. Ушбу материал ваннага печғ корпуси 5 нинг ён дарчаси орқали юкланади; 4 - электр ёйи.

Электродлар кучланиш манбасига улангандан сўнг махсус механизм ёрдамида учлари бир-бирига туташтирилади ва бунинг оқибатида электродлар занжирида ток ҳосил бўлгач, бир-биридан узоқлаштирилади ва натижада ёй ҳосил бўлади. Ёйда ҳосил бўлган иссиқлик энергияси ўзлаштирилиши ҳисобига металлларга иссиқлик ишлови берилади ёки эритилади. Металл эритиб бўлингач, оғдириш механизми ёрдамида печғ оғдирилади ва эритма махсус идишларга тўкилади. Печғ қуввати манба токини ва электродларни яқинлаштириш ёки узоқлаштириш натижасида ёй узунлигини ўзгартириш ҳисобига бошқарилади.

Бевосита ЭЁП лар асосан кейинчалик прокат цехларида қуйма ёмби олиш учун мўлжалланган пўлат эритиш учун белгиланган. Шунингдек, олинган пўлат маҳсулоти машинасозлик заводларида фасонли қуйиш орқали металлургик хом ашё олиш учун ишлатилади.

ПЭЁПлари, шунингдек, металлни кимёвий таркибини ростлашга мўлжалланган электромагнит усулда қориштириш қурилмаси, эритмани тўкиш учун мўл-жалланган печни оғдириш механизми, печғ своди (қопқоғи) ни кўтариш ва буриш ҳамда электродларни узатиш ва кўтариш механизмлари билан таҳминланган.

Электротехник пўлатни эритиш жараёни қуйидаги жараёнлар кетма - кетлигидан иборат:

- металлом (руда, скрап) ни эритиш;
- қоришмани турли қўшилма ва газлардан тозалаш;
- металл раскислениеси(металлни кислороддан тозалаш);

- қоришмага легирловчи компонентлар қўшиш;
- рафинация жараёни(тозалаш,оқлаш);
- эритмани аввал махсус чўмичга (ковшга) ва ундан тегишли формаларга қуйиш.

Катта хажмдаги печларда эритиш жараёни 4-6 соат давом этиб, ундан 1,5 - 2,5 соати эритишга, 2-4 соати металлни оксидлаш ва рафинация қилиш учун сарфланади.

$$\eta = \eta_{эл} \cdot \eta_{исс} = \frac{N_1}{N}$$

бу ерда: q - 1 соатдаги печр ишлаб чиқарувчанлиги ;

N_1 - 1 тонна пўлат ишлаб чиқиш учун сарф бўладиган электр энергиясининг назарий қиймати;

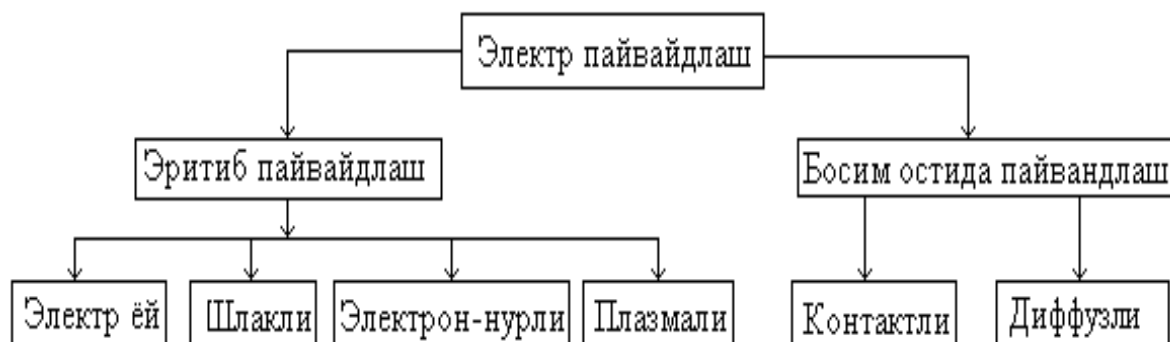
N - 1 тонна пўлат ишлаб чиқариш учун сарф бўладиган электр энергиясининг амалдаги қиймати.

Печнинг энергетик ва ишчи характеристикалари тахлили шуни кўрсатадики, токнинг ошиши билан $P_{эл}$. токнинг квадратига пропорционал равишда ортиб боради, ёйдаги қувват $P_{ёй}$ ва актив қувват ўз қийматларининг максимумигача ортиб боради ва ундан сўнг (токнинг ортиб боришига карамай) камайиб боради. Токнинг I' қийматида энергия сарфи ўз қийматининг минимумига, фойдали иш коэффициенти эса ўз қийматининг максимумига тенг. Шундай қилиб, токнинг I' қиймати печнинг минимум электр энергияси сарф қилиш оптимал режимини белгилайди.

Токнинг I'' қийматида ёйдаги қувват $P_{ёй}$ ўз қийматининг максимумига, ишлаб чиқарувчанлик ўзининг максимум қийматида ва 1 тонна пўлат ишлаб чиқиш учун кетган вақт t ўз қийматнинг минимумига тенг. Шундай қилиб, токнинг I'' қиймати печнинг максимал ишлаб чиқарувчанлик бўйича оптимал режимини белгилайди. Одатда $I'' > I'$. Печ ўзининг оптимал энергетик режимига оптимал ишлаб чиқарувчанлик режимидаги токдан кичик бўлган ток қийматида эришар экан.

Шундай қилиб, агар корхона электр энергиясини дефицити шароитида ишлаётган бўлса, унда печр оптимал энергетик режимда ишлаши мақсадга мувофиқ. Агарда максимал ишлаб чиқарувчанлик талаб қилинса, унда печнинг I” катталикидаги ток режимида ишлагани мақсадга мувофиқдир.

Саноат корхоналарида электр пайвандлаш кенг тарқалган технологик операция бўлиб уларни турлари қуйидаги расмда кўрсатилган.



Электр пайвандлаш усулларида энг кўп тарқалган усул электр ёй пайвандлаш усули ҳисобланади.

Пайвандлаш қурилмалари ўзларининг специфик юкламанинг такрорланувчан - қисқа муддатли режими билан характерланадилар. Бунда ёйни максимал ёниш вақти битта электроднинг тўлиқ ёниши учун кетган вақтга тенг деб ва иш жараёнидаги минимал танаффус вақти - электродни алмаштириш ва ёйни қайта ёндиришга сарф бўлган ҳамда пайвандланаётган маҳсулотни жилдириш, пайвандловчининг бир ердан иккинчи ерга кўчишига сарф бўлган вақтларга тенг деб қабул қилинади.

Пайвандлаш қурилмасининг такрорланувчан - қисқа муддатли иш режими, юклама токини истеомол қилиш вақти билангина эмас, балки уланган ҳолат давомийлиги ва танаффус вақти билан ҳам тавсифланади. Техник - иқтисодий кўрсаткичларни ва талаб қилинган пайвандлаш сифатини таъминлаган ҳолларда ўзгарувчан токда пайвандлаш ўзгармас ток агрегатларида пайвандлашга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

1. Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари тўғридан тўғри манбага уланишлари муносабати билан, пайвандлаш токи манбасининг нисбатан

арзонлиги ва шунингдек, пайвандланаётган маъсулот бирлигига кўра амортизация сарфларининг кичиклиги.

2. Қурилманинг содда тузилиши, юқори даражадаги ишончлилик ва таомирлаш ҳамда хизмат кўрсатиш эксплуатацион сарфларнинг кичиклиги.

3. Пайванланаётган маъсулот бирлигига сарф бўлаётган электр энергияси миқдорининг кичиклиги.

Ўзгарувчан ток билан пайвандлашда манба сифатида кучланиши 220 ёки 380 В бўлган махсус пайвандлаш трансформаторлардан фойдаланилади.

Босим остида пайвандлашнинг кўплаб турлари мавжуд бўлиб, саноатда контактли усулда (қаршилик усули деб ҳам аталади) пайвандлаш кенг тарқалган.

Контактли пайвандлаш ёки қаршилик усулида пайвандлаш деб пайвандланаётган деталлардан ток оқиб ўтиши оқибатида деталларнинг туташ юзаларида иссиқлик ажралиб чиқиши ва юзаларни юқори ҳароратларгача қиздириш (эритиш) оқибатида амалга оширилаётган пайвандлаш усулига айтилади.

Контактли пайвандлаш усули 3 турда амалга оширилади.

- чокли пайвандлаш
- нуқтали пайвандлаш
- роликли пайвандлаш

Электр пайвандлаш ускуналарида электр энергиясини тежаш тадбирларини шартли равишда технологик ва энергетик турларга бўлиш мумкин. Энг катта самара технологик энергия тежаш усулларига тўғри келиб тежалган электр энергиянинг 70% ушбу тадбирларга тўғри келади.

Электр энергияси исрофларини камайтиришни яна бир воситаси қувват коэффициенти ошириш ҳисобланади. Энерготизимда истемол қилинадиган реактив қувватнинг 30 % дан ортиқроғини трансформаторларга тўғри келади. Бу қувватнинг 80 % трансформаторларнинг салт ишлашига тўғри келади. Шунинг учун, одатда кам юкланган кичик қувватли трансформаторларга алмаштирилади ёки қопловчи ускуналар қўлланилади. Қопловчи ускуналар

сифатида кўпинча статик конденсаторлар батареяси қўлланилади [21, 28]. Улар ихчам, кам исрофли ва хоҳлаган қувватни ҳосил қилиш мумкин бўлгани учун кенг қўлланилади. Қопловчи ускуналар уч хил усулда қўлланилади: индивидуаль-бунда қопловчи ускуна истемолчи (мотор) га бевосита уланади. Гуруҳли: бунда истемолчилар гуруҳига тақсимлаш пунктига уланади. Марказлашган: бунда қопловчи ускуналар юқори кучланишли тақсимлаш ускунаси ёки трансформатор подстанциясига ўрнатилади. Паст тақсимлаш ускунасига улаш усули кенг тарқалган.

Ушбу тадбирларни самарадорлигини аниқлаш бўйича ҳисоблашларга мисоллар—иловада келтирилган.

2-БОБ. ЭЛЕКТР ТЕХНИК МАЖМУАЛАРДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАШ ТАДБИРЛАРИ ТАҲЛИЛИ

2.1. Электр техник мажмуаларда энергия истеъмолини камайтириш бўйича тадбирлар.

Корхоналарда энергия тежаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижасида энергия самарадорликни ошириш бўйича ишлаб чиқиладиган тавсиялар шартли равишда қуйидаги 3 турга бўлиш мумкин:

1. Эксплуатация қилиш билан боғлиқ тадбирлар.
2. Реконструкция ўтказиш билан боғлиқ тадбирлар.
3. Илмий тадқиқот орқали аниқланадиган тадбирлар.

Эксплуатация қилиш билан боғлиқ тадбирлар. Электр ускуналарни белгиланган мейёрий кўрсаткичлар доирасида ишлатиш, хизмат кўрсатиш сифатини ошириш, технологик электр ускуналарини оптимал иш режимида ушлаб туриш ва шунга ўхшаш тадбирлар киради. Ишлаб чиқаришда асосий эксплуатация қилинувчи электр ускуналар электр юритма ва ёритиш ускуналари ташкил қилади.

Корхона электр энергияси истемолининг асосий қисми технологик машиналарнинг электр юритмаларига тўғри келади. Электр юритмаларни иш режимларини оптималлаш ва ростланадиган электр юритмалардан фойдаланиш катта иқтисодий самарадорликни таъминлайди. Электр юритмаларни самарасиз ишлашига турли омиллар таъсир кўрсатиши мумкин.

Электр тармоқларни ишлатишда нафақат юклама қийматига ва трансформаторлар иш режимида этибор бериш керак, балки фазалар носимметриклигига ҳам этибор бериш керак. Агар бу носимметриклик 15 % дан ошса истемолчиларни бир фазадан бошқа фазага ўтказиш тавсия этилади. 1-жадвалда электр ускуналарни эксплуатация жараёнида амалга ошириладиган энергия тежаш тадбирлари ва уларни самарадорлиги бўйича

маълумотлар келтирилган [43]. Бу тадбирлар давомийлиги сабабли энг самарадор тадбирлар ҳисобланади.

Саноат корхоналарида истеъмол қилган электр энергиясини салмоқли қисмини электр ёритиш ташкил қилади. Ёриткичлардан ҳамда табиий ёритишдан оқилона фойдаланиб ишлаб чиқилган ёритиш тармоғи электр энергиясидан самарали фойдаланиб, электр энергиясини тежаш имкониятини беради. Кўпгина қишлоқ хўжалик тармоқларда, айниқса узунроқ бўлган тармоқларда кучланишни тебраниши кўп кузатилади. Кучланиш пасаюви мейёрий кўрсаткичлардан ҳам пастга тушиши одатий ҳолга айланиб бормоқда. Кучланишни 1% га пасаюви чўғланма чироқларда 3-4% га, люменесцент чироқларда 1,5 % га ва ДРЛ чироқларда эса 2,2 % га ёруғлик оқимини камайтиради [16]. Бу ҳолни бартараф қилиш учун одатда чироқлар қувватини ошириб олишади. Бу эса электр энергиясини кўп сарфланиб исроф бўлишига сабаб бўлмоқда.

Кучланиш пасаювини олдини олиш учун ёритиш тармоғида суткали графикга боғлаб конденсатор батареялари ёрдамида кучланишни кўтариш ёки реактив қувватни қоплаш, кучланишни стабилловчи қурилмаларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

Бундан ташқари, ташкилий характердаги тадбирлар ҳам электр энергиясини салмоқли тежаш имкониятини беради. Жумладан, деворларни ва шипларни ёруғ рангларга бўйаш, чироқларни ўз вақтида тозалаб туриш, дераза ойналарини тозалаб туриш ва шунга ўхшаш тадбирларни келтириш мумкин.

Электр ёритишни эксплуатация қилишда асосан ёритиш лампаларини дойимий равишда тозалаб туриш, табиий ёритишдан оқилона фойдаланиш, ёритиш ускуналарини ўз вақтида ўчириб туриш орқали электр энергиясини тежаш мумкин. Ифлос ва чанг биноларда ёритилганлик 8-10 марта кам бўлади. Шунинг учун, кўпинча қуввати каттароқ бўлган чироқлардан фойдаланилади, ёки уларни сони кўпайтирилади.

Айрим корхоналарда мавсумий бажариладиган ишлар мавжуд. Кўп ҳолларда электр ускуналар дойимий равишда ишлаб туради. Электр ёритишни фақат иш пайтида ёки қоронғу пайтида ишловчи автоматик ўчириб-ёқиш ускунасини ўрнатиш мақсадга мувофиқдир. Кишлоқ тармоқларида кучланиш тушуви тармоқ охирида бир неча фоизга камаяди. Шунинг учун, одатда чироқлар қувватини кўпайтириб олинади. Кучланиш 1% га камайганда ёруғлик оқими 3-4% га камаяди. Тармоқдаги кучланиш тебранишини олдини олиш учун реактив қувватни қопловчи ускуналардан, кучланиш стабилизаторидан фойдаланиш тавсия этилади. Электр энергиясини ёритишда тежашда ташкилий тадбирлар ҳам ката аҳамиятга эга. Булар: Ёритиш ускуналарини дойимий тозалаб туриш, девор ва шипларни тоза ва ёруғ бўлишини тامينлаш каби тадбирларни айтиш мумкин.

Электр ёритишда энергия тежаш тадбирлари ва уларни қўллаш самарадорлиги 2-жадвалда келтирилган. Электр ёритиш корхона электр истемолини 15 % атрофида бўлади. Замоनावий энергия тежовчи электр чироқларни қўллаш катта иқтисодий самара беради.

Олиб борилган тадбирлар натижасижа олинган иқтисодий самарадорликни куйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

$$\Delta W_{\varepsilon} = \Delta P_{\varepsilon p} \cdot t_{\varepsilon p} + (P_{\varepsilon p} - \Delta P_{\varepsilon p}) \cdot \Delta t_{\varepsilon p}$$

Бу ерда, $\Delta P_{\varepsilon p}$ -ёритиш ускунасини камайтирилган қуввати, кВт.

$t_{\varepsilon p}$ -ёритиш ускунасини йиллик ишлаш вақти, соат.

$P_{\varepsilon p}$ -ёритиш ускунасини олдинги қуввати, кВт.

Δt -йиллик ишлаш вақтини қисқариши, соат.

Кузатишлар шуни кўрсатмоқдаги электр энергиясини мейёридан кўп истемол қилинишига асосий сабаблардан бири электр ускуналарга сифатсиз техник хизмат кўрсатиш ҳисобланади. Шунинг учун юқорида кўрсатилган тадбирлар асосида хизмат кўрсатиш сифати яхшиланса Республика миқёсида катта иқтисодий самара беради.

Корхоналарда реконструкция ўтказиш билан боғлиқ тадбирлар.

Корхона электр энергияси истемолининг асосий қисми технологик машиналарнинг электр юритмаларига тўғри келади. Электр юритмаларни иш режимларини оптималлаш ва ростланадиган электр юритмалардан фойдаланиш катта иқтисодий самарадорликни таъминлайди. Электр энергияси исрофларини камайтириш электр ускуналарини таъмирлаш сифатини яхшилаш орқали ҳам эришиш мумкин. Бу тадбир айниқса моторларни таъмирлашда яхши самара беради. Бунда таъмирдан кейин моторнинг параметрлари паспорт параметрларга яқинлаштириш лозим. Сифатсиз таъмирдан чиққан моторлар реактив қувватни кўп истемол қилиши, чулғамлар носимметрик бўлиши, салт ишлаш тоқини ошиб кетиши туфайли кўп исрофларни келтириб чиқаради. Бундай салбий ҳолатлар мотор чулғамини номинал катталикларидан бошқа катталикларга (номинал тезлик, кучланиш, частота ўзгарганда) қайта ўраганда қўшимча ҳисоблашлар бажариш талаб этилади.

Бу тадбирлар энг аввало энергия самарадорлик талабларига жавоб бермайдиган технологик машинанинг электр жиҳозларини алмаштириш билан боғлиқ тадбирлар киради. Кам юкланган моторлар ёки трансформаторларни алмаштириш, ФИК паст бўлган ускуналарни замонавий самарадор ускуналарга алмаштириш, тармоқ кучланиши ва кесим юзасини ўзгартириш, реактив қувватни қоплаш шулар жумласидандир.

Электр узатиш йўларидаги энергия исрофи қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

$$\Delta W_{\text{ЭУЙ}} = \frac{\rho \cdot l_n \cdot S^2}{n_n s_n \cdot U^2} T_{\text{йил}}$$

бу ерда, ρ_n –симнинг солиштирма қаршилиги (алюминий симлар учун $\rho_n=0,032$ ом·мм²/м), n -линиялар сони; S_n -симнинг кўндаланг кесим юзаси, мм². S -йиллик ўртача юклама, кВА; $T_{\text{йил}}$ -тармоқнинг йиллик юклама билан ишлаш вақти.

Уч фазали тармоқларда энергия исрофи ток кучи қиймати билан ҳам қуйидаги ифодадан аниқланиши ҳам мумкин [16]:

$$\Delta W = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot \rho \cdot l \cdot I^2 \cdot T_{\text{исл}} / S_n$$

Электр энергияси исрофларини камайтиришни яна бир воситаси қувват коэффицентини ошириш ҳисобланади. Энерготизимда истемол қилинадиган реактив қувватнинг 30 % дан ортиқроғини трансформаторларга тўғри келади. Бу қувватнинг 80 % трансформаторларнинг салт ишлашига тўғри келади. Шунинг учун, одатда кам юкланган кичик қувватли трансформаторларга алмаштирилади ёки қопловчи ускуналар қўлланилади. Қопловчи ускуналар сифатида кўпинча статик конденсаторлар батареяси қўлланилади [21, 28]. Улар ихчам, кам исрофли ва ҳоҳлаган қувватни ҳосил қилиш мумкин бўлгани учун кенг қўлланилади. Қопловчи ускуналар уч хил усулда қўлланилади: индивидуал-бунда қопловчи ускуна истемолчи (мотор) га бевосита уланади. Гуруҳли: бунда истемолчилар гуруҳига тақсимлаш пунктига уланади. Марказлашган: бунда қопловчи ускуналар юқори кучланишли тақсимлаш ускунаси ёки трансформатор подстанциясига ўрнатилади. Паст тақсимлаш ускунасига улаш усули кенг тарқалган.

Ушбу тадбирларни самарадорлигини аниқлаш бўйича ҳисоблашларга мисоллар—иловада келтирилган.

Илмий тадқиқотларни талаб этувчи энергиянитежаш бўйича тадбирлар. Бу тадбирларга асосан янги инновацияларни жорий этишда самарадорлиги ноаниқ бўлган энергия тежаш тадбирлари киради. Масалан, ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириб маҳсулот сифатини, ҳажмини ошириб уни таннархини ошириш, электр энергия истемоли жараёнларини автоматлаштириш, мейёрлаш, автоматлаштирилган ҳисобга олиш, қайд қилиш ва назорат тизимини жорий этиш, электр технологияларни жорий қилиш шулар жумласидандир. Бу тадбирлар аввало кўп харажатли бўлгани учун, уни қўллашни мақсадга мувофиқлигини тасдиқловчи тадқиқотлар ўтказилиши лозим. Бундан ташқари, корхоналарда

энергияни тежаш имкониятларини аниқлаш учун ҳам тадқиқотлар ўтказилиши лозим.

Саноат корхонаси электр тармоқлардаги электр энергияни тежаш бўйича илмий тадқиқотни талаб қилувчи тадбирларни қуйидаги 3 гуруҳга ажратиш мумкин:

- Энергияни тежаш тадбирларини такомиллаштириш;
- Энергоресурслардан фойдаланиш коэффициентини ошириш;
- Энергияни етказиб бериш тизимини такомиллаштириш.

Саноат корхонаси электр тармоқларида энергияни тежаш тадбирларини асосий йўналиши исрофларни белгиловчи мейёрий кўрсаткичларни ишлаб чиқиш ва шу асосида исрофларни назорат қилиш асосий муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Бу йўналишда Республикамизда анча илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Саноат электр тармоқлари кўп тармоқланганлиги ва схемасини мураккаблиги ҳамда назорат қурилмаларининг етишмаслиги туфайли исрофларни назорат қилиш қийинчиликларни туғдирмоқда.

Саноат корхонаси электр тармоқларида қувват исрофини камайтиришни асосий йўналишларидан бири рационал электр тармоқ схемасини жорий этиш бўлиб қолмоқда. Электр энергияни узатиш масофаси ва истемолчи қувватига қараб ЭУЙ кесим юзаси ва кучланишини тўғри танлаш каби масалалар ҳозиргача долзарблигини йўқотгани йўқ. Подстанцияларни ўрни, қувватини тўғри танлаш ва уларни иш режимларини бошқариш бу йўналишдаги изланишларни бир тармоғи ҳисобланади.

2.2. Бошқариладиган электр юритмаларни иш самарадорлиги кўрсаткичлари таҳлили.

Тезлиги ростланадиган электр юритмалар асосан юқори технологияли ва қимматбаҳо маҳсулот чиқарувчи технологик дасгоҳларда ишлатилади. Аммо, охириги йилларда бундай талаб қўйилмаган электр юритмаларда

энергия тежамкорлик нуктаи назаридан бошқариладиган электр юритмалар қўлланилиб келмоқда. Бу электр юритмаларда тезлик ростланмаса ҳам мотор валидаги юклама ўзгаришига қараб мувофиқ равишда моторга келадиган энергия оқими ўзгартирилиб турилади. Саноатда қўлланиладиган бошқариладиган электр юритмаларни электр машиналардаги исрофларга таъсири орқали кўриб чиқамиз. Дастлаб электр юритмаларни умумий таснифини кўриб чиқамиз.

Тиристорли электр юритмалар энг кенг тарқалган ростланадиган электр юритмалар булиб унинг асосан куйидаги турлари мавжуд :

1.Тиристорли узгарткич-узгармас ток мотори (ТП-Д). Бунда тиристорли узгарткич узгарувчан токни узгармас токка узгартириб чиқиш кучланишини нолдан номиналгача узгартиради.

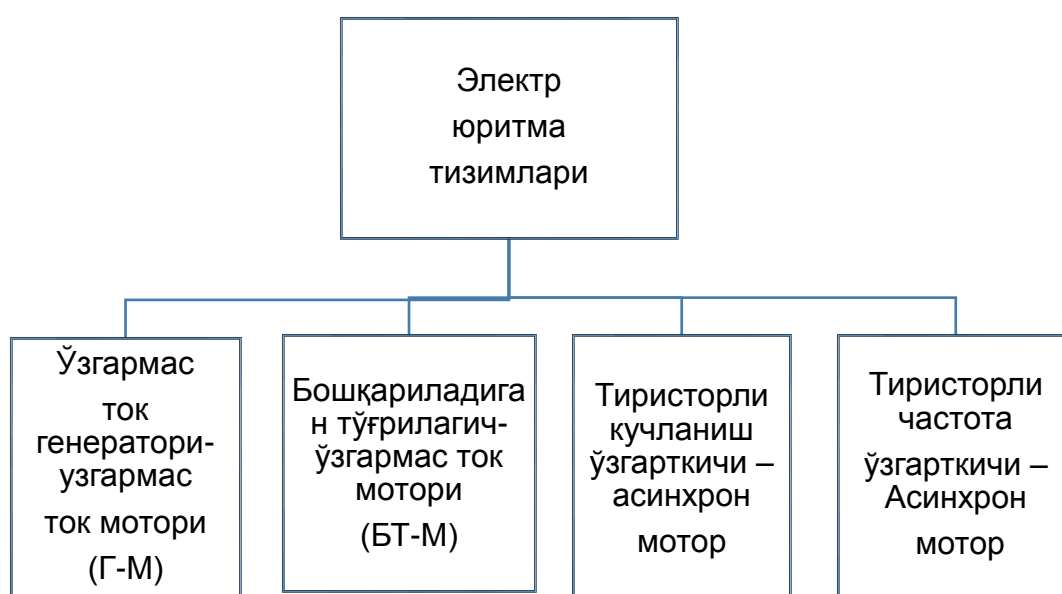
2.Тиристорли кучланиш узгарткичи – асинхрон мотор (ТПН-АД). Бунда тиристорли кучланиш узгарткичи узгарувчан токни чиқиш кучланиши узгарадиган узгарувчан токга айлантириб беради. Тезлиги ростланадиган асинхрон моторларни куччилиги ушбу электр юритма тизимида ишлайди.

3. Тиристорли частота узгарткичи-асинхрон мотор (ТПЧ-АД). Бу узгарткич саноат частотадаги узгарувчан токни чиқиш кучланиши ва частотаси узгарадиган узгарувчан токка айлантириб беради. Бу усул энг замонавий такомиллашган усул булиб охириги пайтда кенг тарқалган электр юритма туридан биридир.

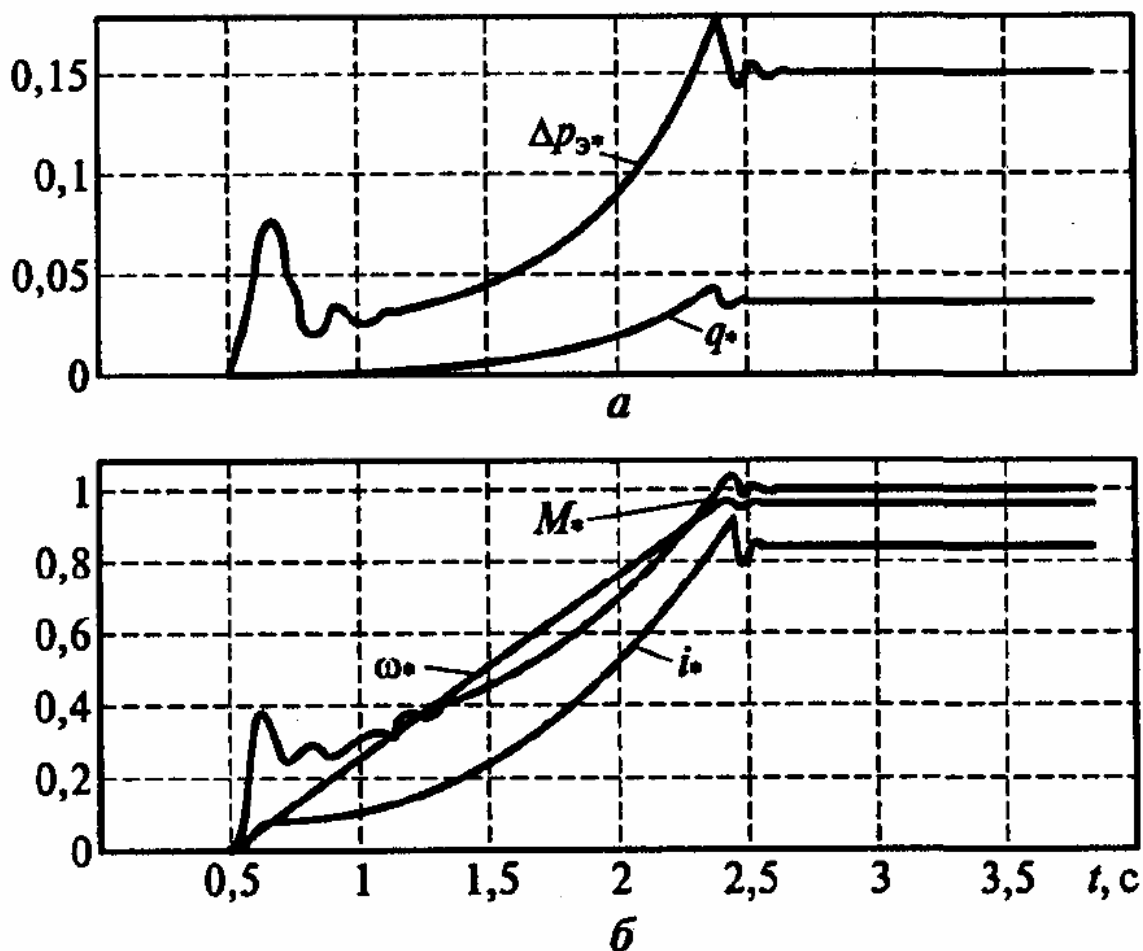
4.Ўзгармас ток генератори-ўзгармас ток мотори (Г-Д). Бунда узгармас ток генератори кучланиши уйғотиш токини узгартириш орқали ростланади. Мотор тезлиги эса асосан якор кучланишини узгартириш орқали амалга оширилади. Бу электр юритмалар якин утмишда ростланадиган электр юритмаларни асосини ташкил этар эди. Хозирги пайтда бу электр юритмаларни урнига частотали бошқариладиган асинхрон электр юритмалар кенг қўлланилмоқда.

Бошқариш принципига кўра электр юритмалар 4 турга бўлинади. Чиқиш параметрлари бевосита тесқари боғланиш сигналлари орқали назорат

килинмайдиган электр юритмага очик тизимли бошқариладиган электр юритма дейилади. Кириш (бошқарув сигналлари) тескари боғланиш сигналлари оркали хосил килинадиган электр юритмага ёпиқ тизимли бошқариладиган электр юритма тизими дейилади. Юклама узгаришига мос сигналларни хосил килувчи ва бу узгаришни коповчи тизимга тойдирувчи таъсирни коповчи электр юритма дейилади. Ҳам тойдирувчи таъсирни коповчи ҳам тескари боғланиш сигналлари да ишловчи электр юритма аралаш тизимли электр юритма дейилади.



2-расм. Бошқариладиган электр юритмалар таснифи.

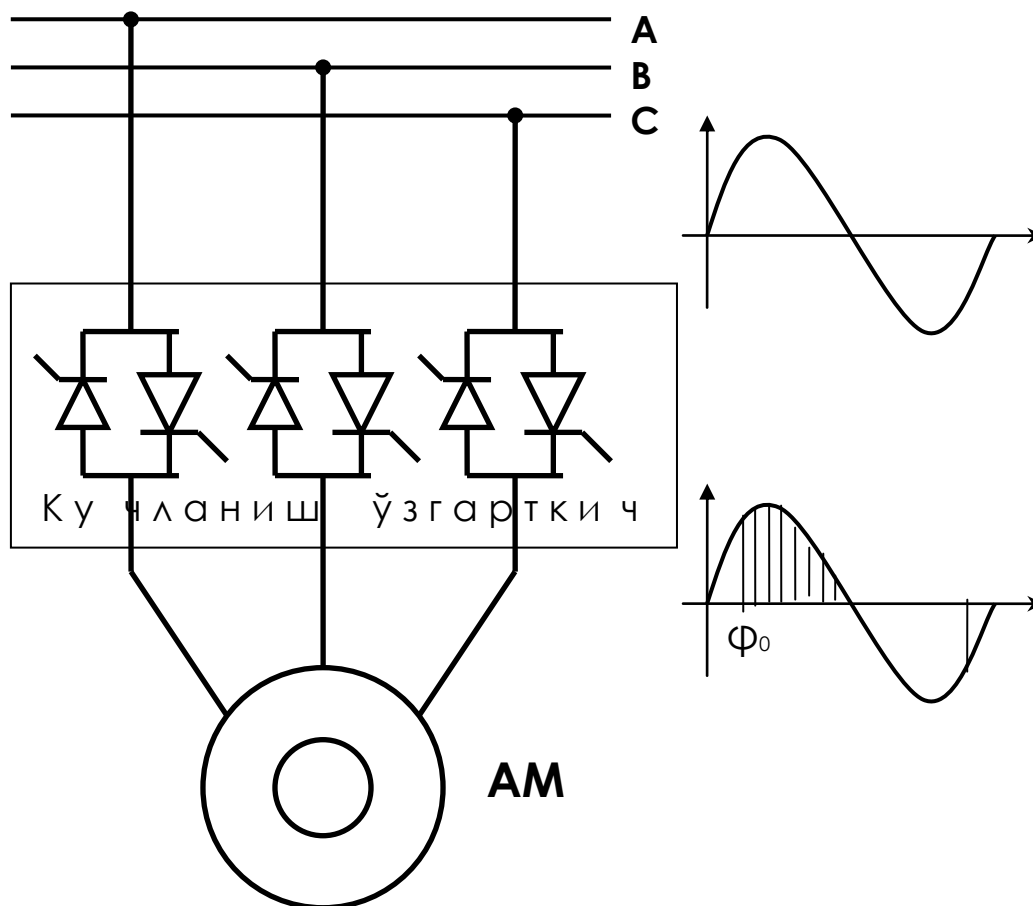


3-расм. Асинхрон моторни бевосита тармоқга улашдаги юргизиш жараёни ва унда вужудга келадиган исрофлар.

Саноат корхоналарида асосан тиристорли ёки транзисторли электр энергияси ўзгарткичлари қўлланилади. Улар ихчам, тезкор ва фойдаланишга қулай бўлиб тезлиги ростланадиган электр юритмаларда электр энергияси оқимини ўзгартириб беради. Ушбу ўзгарткичларни электр машиналардаги исрофларга таъсирини ўрганиб чиқамиз.

ТКЎ-АМ электр юритма тизими. Ушбу тизимнинг электр схемаси – расмда кўрсатилган. Чиқиш кучланиши тиристорларни кечроқ (ҳаяллаб) очилгани учун бирқисми ўтказилади ва кучланишнинг эффектив қиймати камайтиради. Кучланиш камайиши билан мотор ўзагидаги магнит исрофлар камаяди. Аммо, шу билан бирга мотордаги момент квадратик боғлиқликда камаяди. Моментни камайиши ротор сирпаниши ошишига олиб

келади ва ротордаги исрофлар кўпаяди. Бундан ташқари “кесилган” ярим тўлқин туфайли носинусоидал тоқлар вужудга келади. Бу ўз навбатида юқори гармоникали тоқларни ва кўшимча исрофларни вужудга келтиради. Кучланиш камайиши туфайли кичик юкламаларда қувват коэффиценти оширилади ва исрофлар камайтиради.

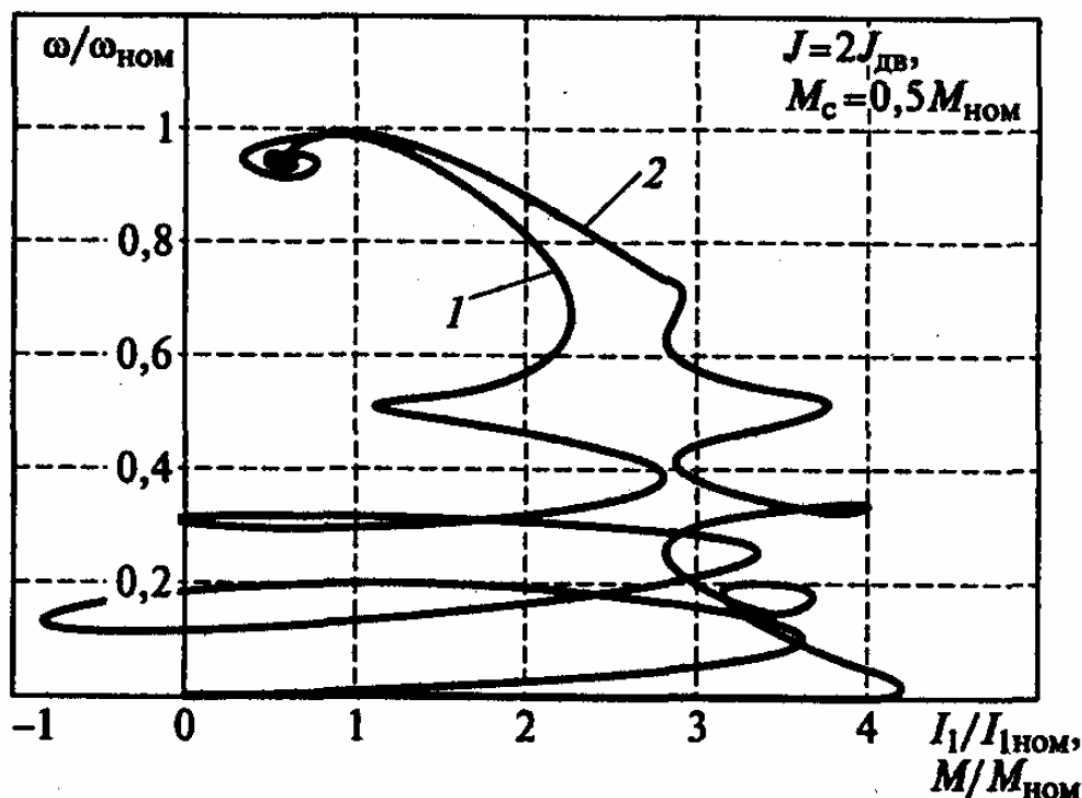


4–расм ТКЎ-АМ ЭЮТ электр энергияси оқимини юкламага мувофик ўзгартириб туриш имкониятини беради ва шу орқали исрофларни камайитириш имконини беради. Ушбу ЭЮТ ни исрофларни камайитириш бўйича солиштирма натижалар –жадвалда берилган.

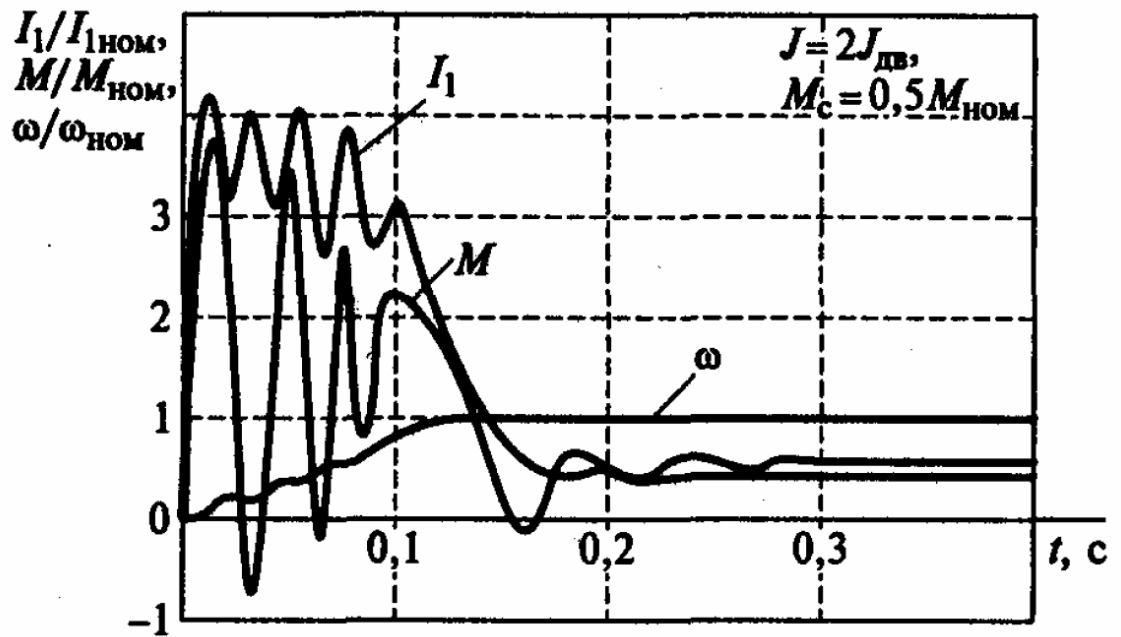
ТКЎ-АМ ЭЮТ ростлаш диапазони кичик узоқ муддатли ишловчи ёки ростлаш диапазони катта ва қисқа муддатли электр юритмаларда ишлатилади. Бундан ташқари, юритмани тезлигини силлиқ ўзгартириб ишга тушириш ёки динамик тормозлаш учун ушбу ЭЮТ қўлланилади.

Электр юритмани исрофлар кўп вужудга келадиган жараёнларидан бири бу юргизиш жараёнидаги исрофлар ҳисобланади. Юргизиш токлари ишчи тоқларга нисбатан 5-7 марта катта бўлгани учун улар вужудга келтирган исрофлар салмоқли бўлади. Бу исрофларни камайтириш учун кучланишни силлиқ ошириб ўзгартириш орқали юргизиш исрофларни камайтириш исконини беради. –расмда асинхрон моторни бевосита тармоқга улашдаги динамик механик ва электромеханик тавсифлар кўрсатилган. Бундан ташқари ушбу мотор иш режими параметрларни ўтиш жараёнидаги ўзгариши –расмда кўрсатилган.

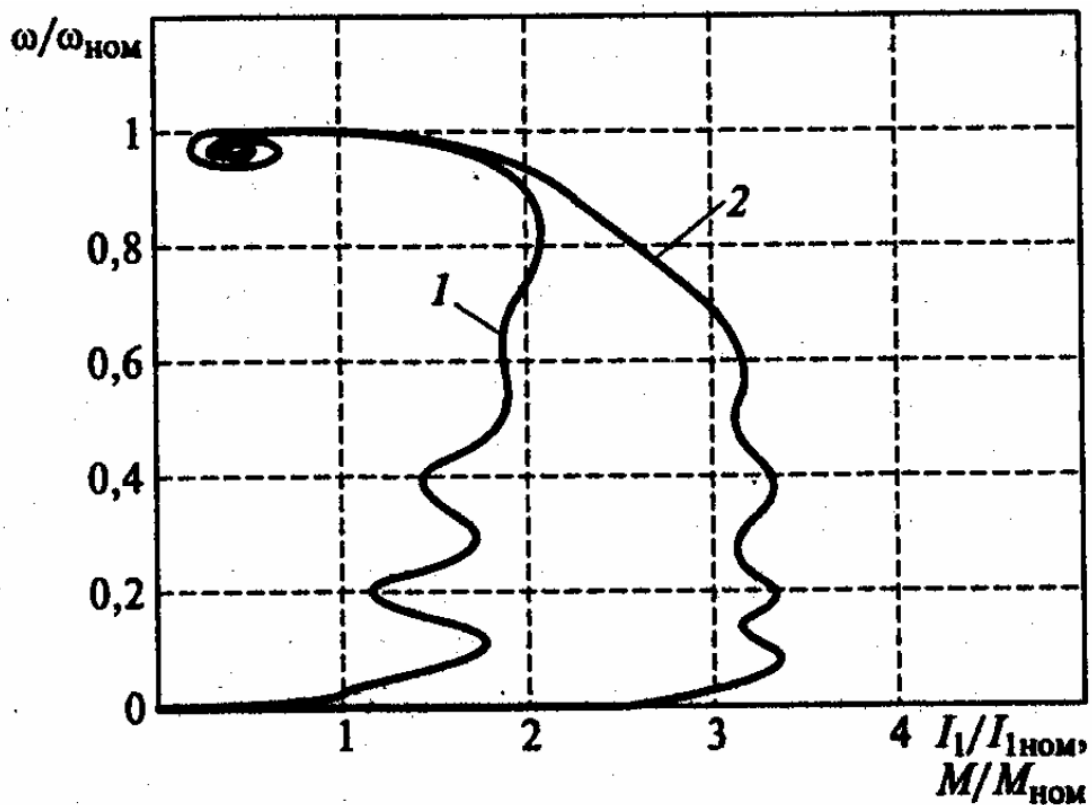
4–расмда ТКЎ-АМ ЭЮТ да кучланишни силлиқ ошириб юргизишдаги динамик механик ва электромеханик тавсифлар келтирилган. Расмдан кўринадики юргизиш токлари бир неча мартаба камайиб момент ошганлигини кузатиш мумкин.



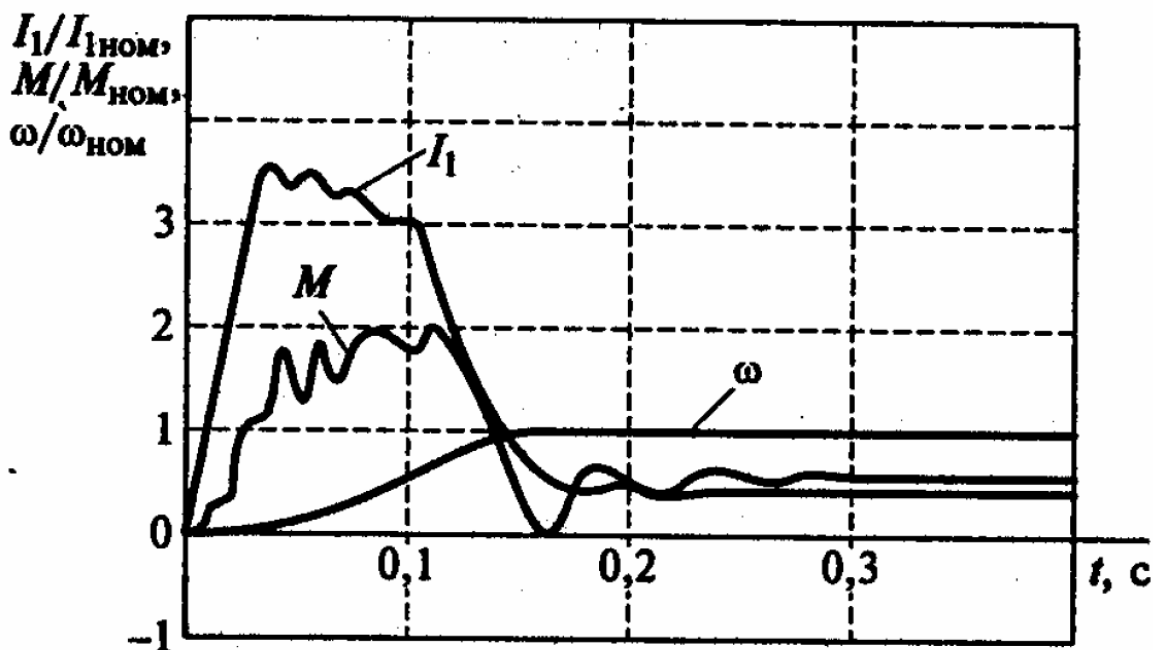
5–расм. Асинхрон моторни бевосита тармоқга улашдаги динамик механик ва электромеханик тавсифлар



6-расм. Асинхрон моторни бевосита тармоқга улашдаги ўтиш жараёнлари.

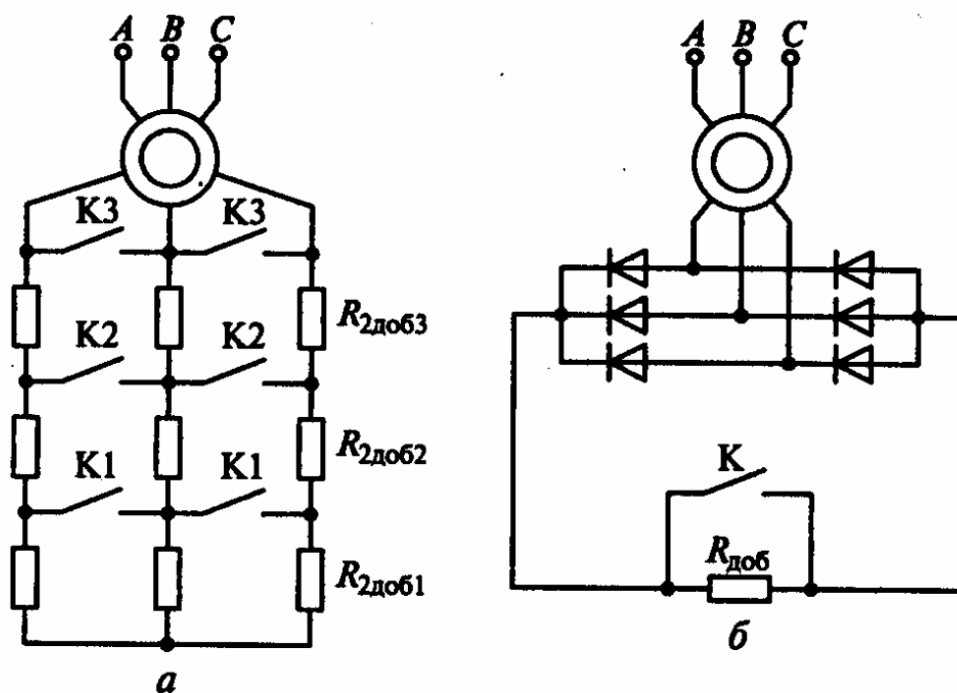


7-расм. ТКЎ-АМ ЭЮТ да кучланишни силлик ошириб юргизишдаги динамик механик ва электромеханик тавсифлар.



8-расм. ТКЎ-АД ЭЮТ да юргизиш жараёни эгриликлари.

Ростланадиган реостатли бошқариладиган асинхрон мотор (РРБ-АМ) электр юритма тизими. Бу ЭЮТ энг арзон бошқариладиган электр юритма бўлиб фаза роторли асинхрон моторни ротор чулғамига ростланадиган реостат уланади. () ифодага кўра моторнинг айлантирувчи моменти ошиб юргизиш токлари камаяди. Критик сирпаниш қиймати ошиб критик момент қиймати ўзгармайди. Ростлаш реостати бир нечта ёки ўндан ошиқ поғоналардан иборат бўлиб ҳар бир поғона битта белгиланган тезликда бўлишини таъминлайди. Тезликни ростлашда исрофлар бир мунча камаяди. Тезликни камайтиришда мотордаги энергия оқими камайтиради лекин тармоқдан келаётган энергия оқими деярли ўзгармайди. Чунки, камайган энергия оқими ростланадиган реостатда иссиқлик энергияси кўринишида йўқолади. Мотордаги исрофлар камайиб мотордан ташқарида бўлган реостатда исрофлар ошади. Шунинг учун бу усул исрофларни камайтириш учун қўлланилмайди.



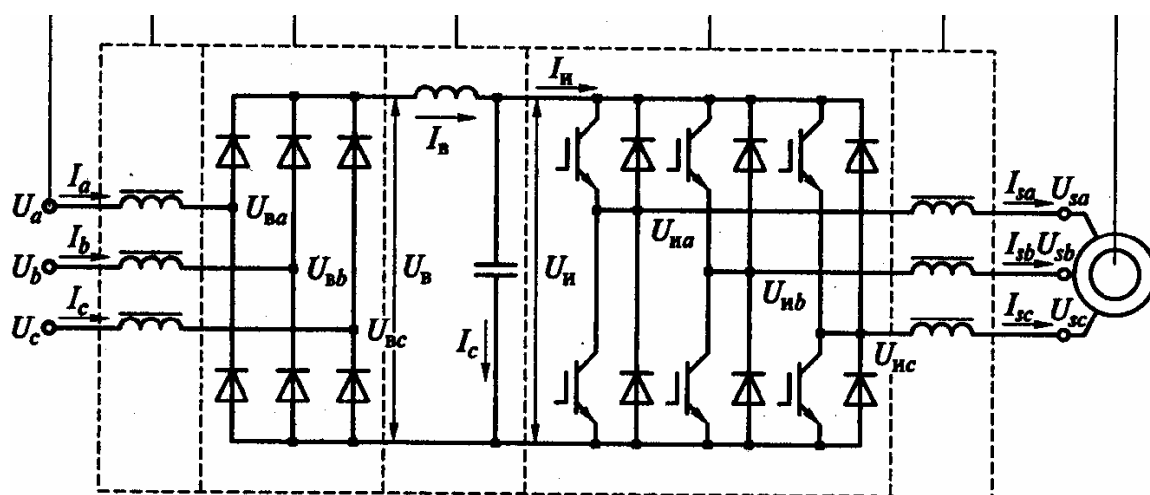
9-расм Корхоналарда қўлланиладиган электр юритмаларда куйидаги юргизиш усуллари мавжуд: Реостатли юргизиш фақат фаза роторли асинхрон моторда амалга ошириш мумкин. Чунки, фақат шу мотор роторига қаршилиқ улаш мумкин.

Автоматлаштирилган ўзгармас ва ўзгарувчан ток электр юритмаларида электрик тормозлаш учун электродинамик тормозлаш ва қарши улаб тормозлаш қўлланилади. Энергияни тармоқка қайтариб генератор режимида тормозлаш (рекуператив тормозлаш) кўпинча жуфт қутбларни сонини ўзгартириб асинхрон моторларда қўлланилади.

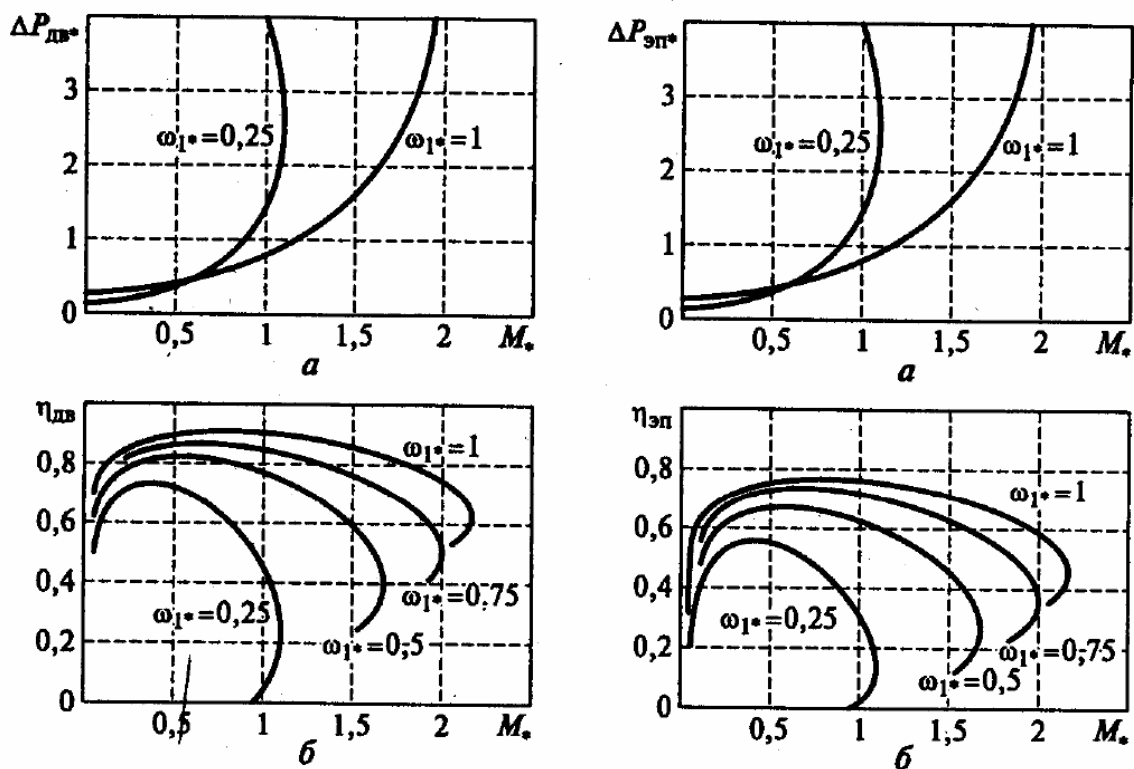
Электр машиналардаги исрофларни тиристорли частотавий бошқариш орқали камайтириш усуллари ва воситалари.

Ҳозирги кунда ротори қисқа туташган асинхрон моторни бошқаришнинг энг самарадор усули частотавий бошқариш бўлиб охириги йилларда уларнинг қўлланиши кенгайиб бормоқда. Асинхрон мотор – тиристорли (ёки транзисторли) частота ўзгарткичи (АМ-ТЧЎ) электр юритма тизими (ЭЮТ) тезликни ростлашда ўзгармас ток мотори тавсифларини бера олади ва энг энергия тежамкор усул ҳисобланади. Ушбу ЭЮТ нинг 2 тури мавжуд бўлиб частотани бевосита ўзгартирадиган ва ўзгармас ток бўғинли

Ўзгартирадиган частота ўзгарткичлари мавжуд. Бевосита ўзгартирадиган частота ўзгарткичлари фақат номинал частотадан (50 Гц) пастига ўзгартиргани учун улар кам қўлланилади. Шунинг учун асосан ўзгармас ток бўғинли частотат ўзгарткичларни (ЎТБ ЧЎ) кўриб чиқамиз. Бу ўзгарткичнинг схемаси 8–расмда кўрсатилган.

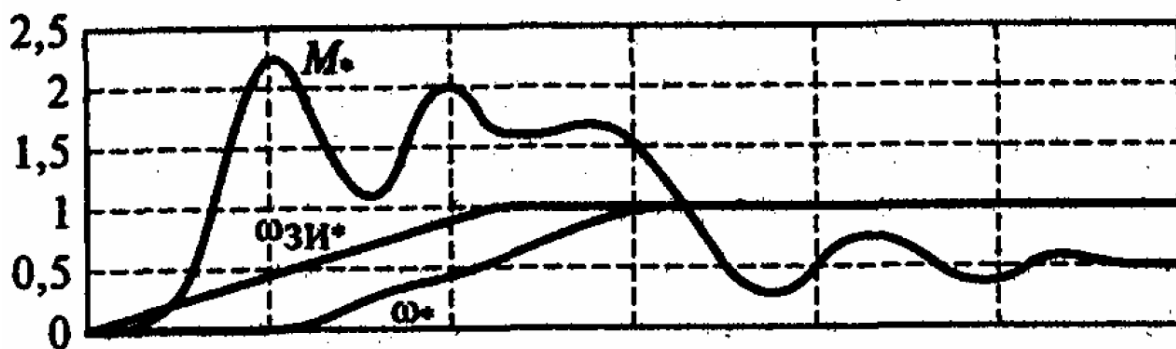


10–расм Ўзгарткич аввал тармоқ частотасини ўзгармас токга айлантиради ва инверторлар ёрдамида частотатси ўзгарадиган ўзгарувчан токга айлантиради. Қуйидаги расмларда частотавий бошқариладиган асинхрон ЭЮТ нинг энергетик тавсифлари берилган. Юклама ва тезлик ўзгаргандаги ФИК ва исрофларнинг қийматларини ўзгариши келтирилган.

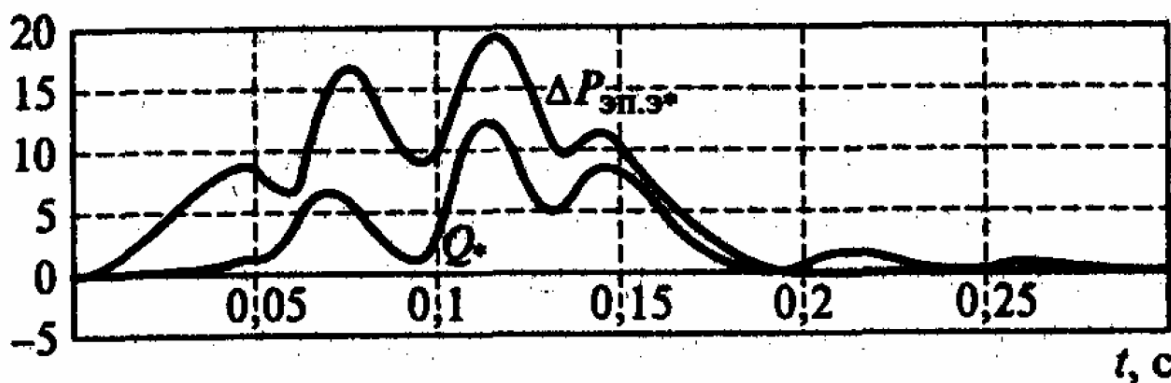


11-расм. Юклама ва тезлик ўзгаргандаги ФИК ва исрофларнинг қийматларини ўзгариши

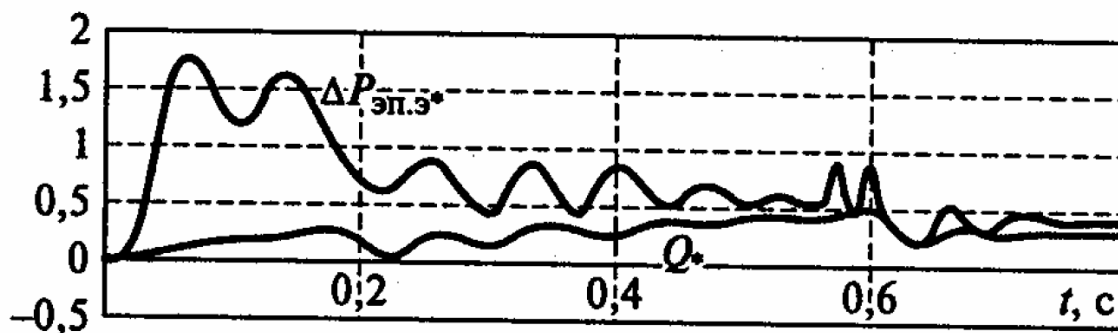
АМ-ТЧЎ ЭЮТ нинг юргизиш тавсифлари куйидаги расмларда келтирилган. Эгриликлардан кўринадики юргизиш жараёни жуда силлиқ ва энергия тежамкор ўтади.



12-расм. Асинхрон моторни частотавий боқаришда юргизш жараёни.



11-расм. Асинхрон моторни частотавий боқаришда актив ва реактив кувват исрофларини ўзгариши.



13 -расм. Асинхрон моторни частотавий боқаришда актив ва реактив кувват исрофларини ўзгариши.

Кўриб чиқилган ЭЮТ ларни солиштирма таҳлил қиламиз. Қуйидаги жадвалда 3 хил ЭЮТ да юргизиш пайтидаги исрофлар таҳлили берилган.

t, с	Юргизиш вақтидаги исрофлар		
	Электр юритма тури		
	ТКЎ-АМ	РРБ-ФРАМ	ТЧЎ-АМ
1	3570	2462	690
2	5980	4548	1120

Таҳлилий маълумотлар шунни кўрсатадики энг энергия самарадор электр юритма тизими ТЧЎ-АМ тизими эканини кўриш мумкин.

Кейинги жадвалда асинхрон мотор тезлигини ростлашда исрофларни ростлаш диапазониға боғлиқлиги таҳлил қилинган.

Ω	ΔP – исрофлар, кВт		
	Электр юритма тури		
	ТКЎ-АМ	РРБ-ФРАМ	ТЧЎ-АМ
0,6 ω	2010	1723	866
0,4 ω	2738	2108	692
0,2 ω	3477	2493	480

Таҳлилий маълумотлар шунни кўрсатадики энг энергия самарадор электр юритма тизими ТЧЎ-АМ тизими эканини кўриш мумкин.

Кейинги жадвалда асинхрон мотор тезлигини ростлашдаташқил этувчи исрофларни: статор ва ротор чулғамидаги, статор ўзагидаги, ва электр магнит исрофларни ростлаш диапазониға боғлиқлиги таҳлил қилинган.

Мотор тип	S	Параметрлар				
		ΔP_{1M}	ΔP_{2M}	ΔP_{1C}	$\Delta P_{ЭМ}$	$\eta_{ЭМ}$
		$M_c = 0,5M_{НОМ}$				
МТКФ012-6:	S_1	376	75	128	579	0,669
$P_{НОМ}$ = 2,2 кВт	$S_{ОПТ}$	294	134	73	501	0,690
$S_{НОМ}=0,12$ $S_{ОПТ}=0,105$	$S_{НОМ}$	290	154	65	509	0,680
4А100L6У3:	S_1	129	30	75	234	0,828
$P_{НОМ}$ = 2,2 кВт	$S_{ОПТ}$	128	42	59	229	0,830
$S_{НОМ}=0,12$ $S_{ОПТ}=0,105$	$S_{НОМ}$	152	61	39	252	0,813

Олинган таҳлилий маълумотлар асосида корхонадаги электр моторларга юргизиш ва энергия оқимини ростлаш учун бошқариладиган электр юритмалар тавсия этилади. Тавсия этилган натижалар қуйидаги жадвалга киритилган.

2.3. Электр техника қурилмаларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.

Корхона электр таъминоти тизими тақсимлаш тармоқлари ва трансформаторлар.

Амалга ошириладиган ишлар. Электр таъминоти тизимига (ЭТТ) 0,4 ва 6-10 кВ электр тармоқлар ва пасайтирувчи трансформаторлар киради.

Энергия аудитори амалга оширадиган ишлар:

Истемолчилар турлари ва корхона бўлимлари ҳамда цехлари бўйича энергетик баланслар қуриш;

Электр истемолини таҳлил қилиш ва энергия тежаш тадбирларини тавсия этиш.

Энергия аудиторининг ҳаракатлари: агар корхонада электр таъминоти схемаси бўлмаса уни ишлаб чиқиш ёки қайта тиклаш. Схема корхона билан энергия тизимни чегараловчи нуқтадан ташкил этилади. Бу схемада ўлчов асбоблари билан ўлчанадиган нуқталар белгиланади.

Чуқурроқ таҳлил ўтказиш учун ҳар бир подстанцияда ва йирик истемолчиларда микропроцессорли ток трансформаторлари (кешлар) ҳада гармоник анализаторлар воситасида ўлчовлар ўтказилади ва энергетик баланслар қурилади. Энергетик баланслар натижаларини корхона тижорат қайдлов тизими ҳисоблагичлари билан солиштириб тижорат ва технологик исрофлар аниқланади.

Ўлчанадиган қийматлар. Пасайтирувчи трансформаторлар учун ҳар соатда сутка давомида реактив ва актив қувват истемоли ҳамда электр энергияси сифати кўрсаткичлари (кучланишни оғиши, тебраниши, носимметриклиги, носинусоидаллиги) аниқланади. Электр тармоқлари кабел йўллари учун типи, кесим юзаси, токи, узунлиги ва ётқизиш усули аниқланиб қайд қилинади. Улардаги максимал юклама вақтлари ва ҳиобий қувват исрофлар аниқланиб жадвал тўлдирилади.

Трансформаторлар бўйича алоҳида суткалик ва ҳафталик кучланишни, реактив ва актив қувват, токлари ўзгариш графиклари ўлчанади.

Тиғиз пайтдаги қувват истемоли, юклантириш коэффициентлари, қувват ва фойдали иш коэффициентлари, носимметриклик ва носинусоидаллик коэффициентлари таҳлил қилинади.

Тавсия этиладиган энергия тежаш тадбирлари.

Трансформатор иш режими параметрларини корхона энергия самарадорлик кўрсаткичларига таъсири муҳим аҳамиятга эга. Трансформаторларни иш режимларини ўрганишда унинг юкламасини таҳлил қилиш муҳим аҳамиятга эга бўлади. Бундан ташқари, айрим ҳолларда энергия сарфини цехлар бўйича эмас, ТП лар бўйича ҳисоблаш қулайроқ бўлади. Чунки, трансформатордаги исрофлар фақат шу подстанция юкламасига кўшилиши керак. Трансформатор подстанцияси ўрни, сони,

қувватини энергия тежамкорлик нуктаи назардан оқилона танлаш масалалари [48] ишларда кўриб чиқилган.

Электр таъминоти тизимининг асосий элементи трансформаторлар бўлиб уларни самарасиз ишлаши сабаблари қуйидагилар бўлиши мумкин:

- кам ёки ортиқча юклантирилиши;
- номинал кучланишдан паст ёки юқори кучланишжа ишлаши;
- сифатсиз электр энергиясидан таъминланиши;
- сифатсиз таъмирлаш ва хизмат кўрсатиш;
- истемолчиларни паст энергетик кўрсаткичларга эга бўлиши;

Трансформаторларда ортиқча исрофларни камайтириш бўйича қуйидаги тадбирлар амалга оширилади:

-трансформаторларни қувватини, ўрнатиш жойини ва сонини оқилона танлаш;

-салт ишлаш режимини чеклаш (ёки йўқотиш);

-икки трансформаторли подстанцияларда кам юкланган трансформаторларни биттасини ўчириш;

-Реактив қувватни қоплаш.

Трансформатор подстанцияларини ишлатишнинг асосий иқтисодий самарадорлиги келтирилган йиллик харажатлар кўрсаткичи бўйича баҳоланади [123]. У қуйидаги ифодадан аниқланади:

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

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

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

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

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

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

Трансформаторларни ишлатиш жараёнида энергия тежаш нуқтаи назаридан, юкламани бир қисмини ўчириш, реактив қувватни қоплаш, параллел ишлаётган трансформаторни биттасини ўчириш каби тадбирлар қўлланилади [17, 75]. Шунинг учун ушбу катталикларга боғлиқ бўлган келтирилган йиллик харажатлар ифодасини оламиз:

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

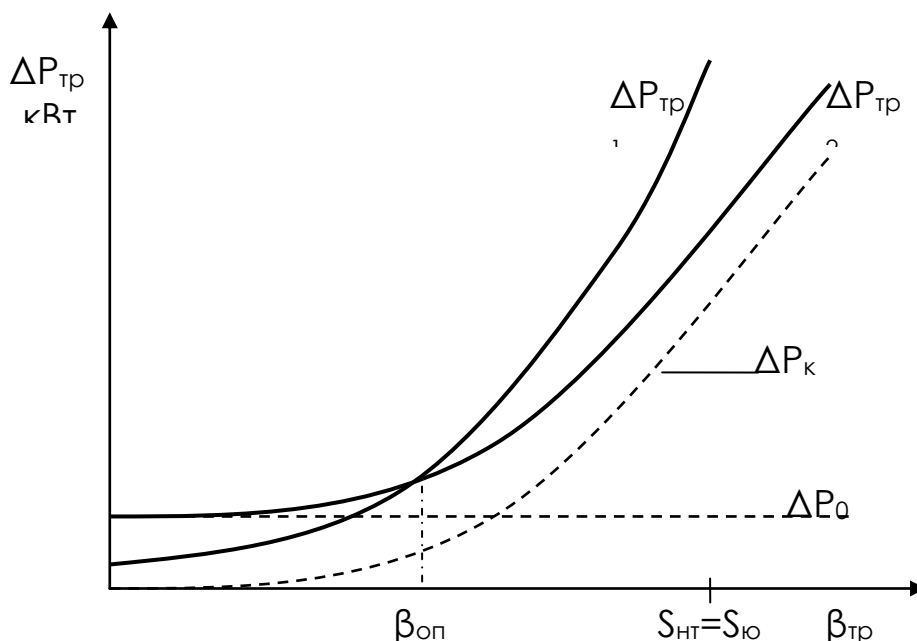
бу ерда, $P_{юк}$ -трансформаторнинг ҳисобий актив юкламаси, подстанция юкламасининг қувват коэффициенти; m ва m_0 - исрофлар тўлов ставкалари.

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

Трансформаторлардаги исрофлар:

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

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



14-расм. 1 ва 2 трансформаторли подстанция қувват исрофини юкланиш коэффициентига боғлиқлик графиги.

Трансформатордаги энергия исрофи:

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

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

Трансформаторлар қувват исрофини юклантириш коэффициентига боғлиқлик графиги –расмда кўрсатилган. Расмдан кўринадики оптимал юклантириш коэффициентидан ката қийматда 2 трансформаторли подстанцияда исроф кам бўлади. Шунинг учун кам юкланган трансформаторни ўчириш фақат техник иқтисодий ҳисоблашлардан кейин бажарилиши керак.

Трансформатордаги энергия исрофи қиймати қуйидаги ифода орқали ҳамҳисобланиши мумкин:

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

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

6.1.2. *Электр узатиш йўлларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.* Энергия аудитори томонидан электр тармоқларнинг қуйидаги катталиклари қайд қилинади: кабел йўли типи, номинал кесим юзаси ва кучланиши, узунлиги, иш режими ёзиб олинади.

Ўлчанадиган қийматлар. Ўлчашлар қуйидаги иш режими катталикларини аниқлаш учун ўтказилади: ишчи токи, юклантириш коэффициентлари, КЎ бўйича суткалик ва ҳафталик реактив ва актив қувват ва тоқлари ўзгариш графиклари ўлчанади. Ўлчовлар ҳар бир соатда такрорланиб қайд қилиниб борилади. Бундан ташқари салт ишлаш вақти аниқланади. Тифиз пайтдаги қувват истемоли, юклантириш коэффициентлари, энергия узатишдаги қувват ва фойдали иш коэффициентлари, салт ишлаш режимлари таҳлил қилинади.

Текширув даврида «Кабел йўллари» жадвали цехлар бўйича ташкил этилиб у қуйидаги маълумотларни ўз ичига олади:

Тақсимлаш шкафига кирувчи ва шкафидан чиқувчи кабел йўллари типлари, кесим юзаси- S , узунлиги- l , давомли рухсат этилган токи, солиштирма актив ва реактив қаршиликлари $-r_0$, x_0 , солиштирма нархи ва ҳисобий юкламаси $-S_{кл}$.

Ҳисобланадиган маълумотлар:

Кабел йўллари кучланиш исрофи- ΔU , қувват ва энергиянинг нисбий ва реал исрофлари- $\Delta P_{кл}$, $\Delta \mathcal{E}_{кл}$.

Тавсия этиладиган энергия тежаш тадбирлари.

КЎ ҳисоблашлари нафақат электр энергияси исрофларини ҳисоблаш учун, балки энергия тежаш имкониятларини аниқлаш учун ҳам бажарилади. Аммо, бу жадвал иқтисодий самарадор кабел йўли параметрларини аниқлаш имконини бермайди. КЎ ларида энергия тежаш имконияти, кабел узунлиги, юкламаси, кучланиши, ишлаш вақтига қараб самарадор кесим юзасини аниқлаш билан боғлиқдир. Шунинг учун, электр узатиш йўлларидаги энергия исрофини аниқлашда қуйидаги ифодадан фойдаланилади:

$$\Delta W_{\text{ЭУЙ}} = \frac{\rho \cdot l_n \cdot S^2}{n_n s_n \cdot U^2} T_{\text{иул}}$$

Кабел йўлини тўғри танлаш ёки уни мувофиқлигини текширишда қуйидаги келтирилган харажатлар ифодасидан фойдаланилади:

$$Z = (e_L (b_L + a_L s) + \left(\frac{P_{L,x}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi} \right)^2 \cdot \rho \cdot s^{-1} \cdot m) \cdot l_L, \text{ руб / км}$$

Ҳисоблашларда кабел йўлини солиштирма нархи, юкламаси, кучланиши, кесим юзасини қийматларини бериб мавжуд вариантларни таҳлил қилиш мумкин. Кабел йўлининг эффектив кесим юзасини ёки иқтисодий ток зичлигини қуйидаги ифодалардан аниқлаш мумкин:

$$s_{\text{Э}} = I \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \rho \cdot m}{e_{\text{кл}} \cdot a_{\text{кл}}}}, \text{ мм}^2 \quad j_{\text{Э}} = I \cdot \sqrt{\frac{e_{\text{кл}} \cdot a_{\text{кл}}}{3 \cdot \rho \cdot m}}, \text{ а / мм}^2$$

Кабел йўллари исрофлари ҳисоблашлари истеъмолчиларни юкламалари билан бирга ҳисоблангани учун энергия тежаш ҳисоблашлари учун МБ да алоҳида жадвал ташкил этилади. Бу ерда ётқизилган кабел ва алмаштириладиган кабеллар маълумотлари киритилади ва таҳлилий натижалар олинади. Юқорида келтирилган ифодаларнинг таҳлилий натижалари КЙ ларини кучланишини, юкламасини, кесим юзасини оқилона танлаш имкониятини яратади.

Параметрлари қуйида келтирилган электр узатиш йўлини 6 кВ дан 10 кВ га ўтказиш иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаймиз. солиштирма қаршилиқ $\rho=0,032 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$; ЭУЙ узунлиги- $l=5 \text{ км}$; ЭУЙ кесим юзаси- $s=35 \text{ мм}^2$; юклама- $S=1000 \text{ кВА}$; йиллик ишлаш вақти- $T=8000 \text{ соат}$.

6 кВ ли ЭУЙ Билан исрофларни ҳисоблаймиз:

$$\Delta W_{\text{ЭУЙ}} = \frac{\rho \cdot l_n \cdot S^2}{n_n s_n \cdot U^2} T_{\text{иул}} = \frac{0,032 \cdot 5 \cdot 1000^2}{1 \cdot 35 \cdot 6^2} \cdot 8000 = 1 \text{ млн.кВт} \cdot \text{соат.}$$

10 кВ ли ЭУЙ Билан исрофларни ҳисоблаймиз:

$$\Delta W_{\text{ЭУЙ}} = \frac{\rho \cdot l_n \cdot S^2}{n_n s_n \cdot U^2} T_{\text{иул}} = \frac{0,032 \cdot 5 \cdot 1000^2}{1 \cdot 35 \cdot 10^2} \cdot 8000 = 366 \text{ минг.кВт} \cdot \text{соат.}$$

Тежалган электр энергияси:

$$\Delta W = \Delta W_1 - \Delta W_2 = 1000 - 366 = 634 \text{ минг кВт}\cdot\text{соат}$$

Электр тармоқларни ишлатишда нафақат юклама қийматига ва трансформаторлар иш режимига этибор бериш керак, балки фазалар носимметриклигига ҳам эътибор бериш керак. Агар бу носимметриклик 15 % дан ошса истемолчиларни бир фазадан бошқа фазага ўтказиш тавсия этилади.

2.4. Электр механик қурилмаларда энергия тежаш тадбирларини ўтказиш

6.2.1. Электр технологик қурилмаларнинг электр юритмаларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш. Асосий технологик жараёнлар электр юритмалар орқали амалга оширилади. Энергия аудитори томонидан электр юритмаларнинг қуйидаги катталиклари қайд қилинади: типи, номинал қуввати ва кучланиши, ФИК, қувват коэффициенти, иш режими ёзиб олинади.

Ўлчанадиган қийматлар. Ўлчашлар қуйидаги иш режими катталикларини аниқлаш учун ўтказилади: юклантириш коэффициенти, уланиш коэффициенти ва қувват коэффициенти. Юритмалар бўйича суткалик ва ҳафталик кучланишни, реактив ва актив қувват, тоқлари ўзгариш графиклари ўлчанади, айланиш тезлиги, ростлаш диапозони, айлантирувчи момент ўлчанади. Ўлчовлар ҳар бир соатда такрорланиб қайд қилиниб борилади. Бундан ташқари салт ишлаш вақти аниқланади. Тиғиз пайтдаги қувват истемоли, юклантириш коэффициентлари, қувват ва фойдали иш коэффициентлари, салт ишлаш режимлари таҳлил қилинади.

Тавсия этиладиган энергия тежаш тадбирлари.

Корхона электр энергияси истемолининг асосий қисми технологик машиналарнинг электр юритмаларига тўғри келади. Электр юритмаларни иш режимларини оптималлаш ва ростланадиган электр юритмалардан фойдаланиш катта иқтисодий самарадорликни таъминлайди. Электр

юритмаларни самарасиз ишлашига турли омиллар таъсир кўрсатиши мумкин. Электр моторларни самарасиз ишлаши сабаблари:

- кам ёки ортикча юклантирилиши;
- номинал кучланишдан паст ёки юқори кучланишда ишлаши;
- сифатсиз электр энергиясидан таъминланиши;
- сифатсиз таъмирлаш ва хизмат кўрсатиш;
- истемолчиларни паст энергетик кўрсаткичларга эга бўлиши;

Электр юритмалардаги энергия тежаш тадбирлари сифатида куйидагиларни келтириш мумкин:

- мотор қувватини оқилона танлаш;
- энергетик кўрсаткичлари юқори бўлган моторга алмаштириш;
- салт ишлаш режимини чеклаш ва иш жараёнини интенсификациялаш;
- электр энергияси сифати кўрсаткичларини ростлаш;
- оптимал иш режимларини ушлаб туриш.
- юкламага боғлиқ равишда мотор улаш схемасини ўзгартириш
- технологик талаб бўйича мотор тезлигини ростлаш
- юкламага мувофиқ мотор энергия сарфини ростлаш
- реактив қувватни қоплаш.

Кам юкланган моторларни алмаштириш, ФИК паст бўлган ускуналарни замонавий самарадор ускуналарга алмаштириш, тармоқ кучланиши ўзгартириш, реактив қувватни қоплаш шулар жумласидандир.

Бу тадбирлар энг аввало энергия самарадорлик талабларига жавоб бермайдиган технологик машинанинг электр жиҳозларини алмаштириш билан боғлиқ тадбирлар киради. Кам юкланган моторлар ёки трансформаторларни алмаштириш, ФИК паст бўлган ускуналарни замонавий самарадор ускуналарга алмаштириш, тармоқ кучланиши ва кесим юзасини ўзгартириш, реактив қувватни қоплаш шулар жумласидандир.

ФИК юқори бўлган моторларни алмаштириш бўйича таҳлилий маълумотни актив қувват исрофини қуйидаги ифодадан аниқлаб олиш мумкин:

$$\Delta P_a = P \frac{1-\eta}{\eta}$$

бу ерда, P ва η - электр моторни юкламаси ва ФИК. Моторлар актив қувват исрофлари таққосланиб самарадор вариант аниқланади.

Корхоналарда кўпгина моторлар тўла юкламада ишламайди. Бу ҳолда юклама 50-60 % бўлса, мотор қувватини кичикроқ қувватга ўзгартириш мақсадга мувофиқ [43]. Ўзгарувчан юкламада эса мотор қуввати кўпинча ҳисобий максимал юкламага қараб танланади. Агар максимал чўққи юклама 2 марта катта бўлса махсус усуллар қўллаш тавсия этилади. Масалан, бунда актив қувватдан ташқари реактив қувват истеъмоли ҳам анча камаяди.

Тежаб қолинган электр энергияси бунда қуйидагича аниқланади [37]:

$$\Delta W_g = (\Delta P + k\Delta Q) \cdot \Delta t$$

бу ерда, ΔP ва ΔQ - моторларни актив ва реактив қувват исрофлари фарқи, кВт; кВар; t -ускунанинг «юлдуз» схемада йиллик ишлаш вақти, соат.

Мотор чулғамларини «учбурчак» схемадан «юлдуз» схемага ўтказишда актив қувват исрофини камайиши қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

$$\Delta P_a = \frac{P}{\eta_\Delta} - \frac{P}{\eta_Y} = \frac{P}{\eta_\Delta} \cdot \left(\frac{\eta_Y - \eta_\Delta}{\eta_Y} \right)$$

Реактив қувват истеъмолини камайиши:

$$\Delta Q = \frac{P}{\eta_\Delta} \operatorname{tg} \varphi_\Delta - \frac{P}{\eta_Y} \operatorname{tg} \varphi_Y$$

Актив қувватни умумий камайиши:

$$\Delta P_\Sigma = k \cdot \Delta Q + \Delta P$$

Бу ерда k -ҳар бир кВар реактив қувватга тўғри келадиган актив қувват исрофи, кВт/кВар.

Тежаб қолинган электр энергияси:

$$\Delta W_3 = \Delta P_\Sigma \cdot \Delta t$$

Корхоналарида ишлаб чиқаришни интенсивлаш, маҳсулот ҳажмини кўпайтириш орқали нисбий электр энергияси сарфини камайтиради ва энергия тежамкорликни таъминлайди. Бу энергия миқдори қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\Delta W = (\beta_1 - \beta_2) \cdot W_0 \cdot P_m \cdot T_m$$

бу ерда, W_0 -нисбий энергия сарфи; T_m – машинанинг ишлаш вақти, соат; P_m - машина истеъмол қиладиган қувват, кВт; β_1 , β_2 -нисбий энергия сарфи камайишини белгиловчи коэффициентлар бўлиб, қуйидаги ифодадан аниқланади [37]:

$$\beta = \frac{k_n \cdot k_m + \alpha(1 - \eta_{MH})}{1 + \alpha(1 - \eta_{MH})k_u \cdot k_m}$$

бу ерда, k_n -юклама коэффициенти, k_m -машинанинг фойдаланиш коэффициенти, α -машинанинг конструкцияси боғлиқ коэффициент $\alpha=0,7-0,9$; η_{MH} -машинанинг номинал ФИК; k_m -коэффициент қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$k_m = T_m / (T_m + T_0)$$

T_m ва T_0 - машинанинг ишлаш ва салт ишлаш вақти.

Электр ускуналарни салт ишлашини чеклаш орқали тежаб қолинган электр энергиясини қуйидаги ифодадан ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta W_3 = P_c \cdot \Delta t$$

бу ерда, P_c -ускунанинг салт ишлашдаги истеъмол қуввати, кВт; Δt -бир йилда камайтирилган салт ишлаш вақти.

Электр моторларни қувватини ўзгартириш орқали олинган самара:

$$\Delta W_3 = [(\Delta P_1 - \Delta P_2) + k(\Delta Q_1 - \Delta Q_2)] \cdot t$$

бу ерда, ΔP_1 ва ΔP_2 -алмаштириладиган ва алмашадиган моторларни қувват исрофи, кВт; ΔQ_1 ва ΔQ_2 реактив исрофлар, кВар; t -ускунанинг йиллик ишлаш вақти, соат.

Реактив қувват туфайли вужудга келадиган исрофлар мотор қанча кам юклантирилган бўлса шунча кўп бўлади [97, 125]. Масалан, қуввати 5,5 кВт бўлган асинхрон мотор 100 % юкламада $\cos \varphi=0,8$; 50 % юкламада $\cos \varphi=0,65$; 30 % юкламада эса $\cos \varphi=0,51$ ни ташкил этади. Шу нарса аниқланганки, ҳар 1 кВар реактив қувват 1% дан 15% гача актив қувват исрофларни вужудга келтиради.

Электр машиналарни ишлатишда нафақат юклама қийматига ва иш режимига эътибор бериш керак, балки фазалар носимметриклигига ҳам эътибор бериш керак. Агар бу носимметриклик 15 % дан ошса истемолчиларни бир фазадан бошқа фазага ўтказиш тавсия этилади.

3-БОБ. ЭЛЕКТР ТЕХНИК МАЖМУАЛАРДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАШ ТАДБИРЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ УСЛУБИЁТИ.

3.1. Компрессор қурилмаларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш

Тадқиқотчи томонидан амалга оширадиган ишлар: сиқилган ҳавони тақсимланиш схемасини унинг ҳаракат йўналиши билан линиянинг ўлчамлари кўрсатилган ҳолда, унинг босими, сиқилган ҳаво истемолчилари, истемол ҳажми, сиқилган ҳавони йўқотилиши жойларини кўрсатган ҳолда ишлаб чиқиш. Йўқотиладиган ҳаво сарфи корхона ишламаган ватида компрессор иш ҳолатини сақлаш учун сарфланадиган ҳаво ҳажмига тенг бўлиши керак.

Компрессор иш режимини тадқиқ этилади. Бунда истемол қинадиган қувват тортувчи линиянинг бошланғич босимга ва чиқарувчи босимга ҳамда сиқиш поғоналарига боғлиқ бўлади.

Ўлчанадиган қийматлар: электр юритма механик тавсифи, компрессор юкланиши графиги, босимни ростлаш тизими, ҳаво ўтказувчи қувурлар диаметрини ҳаво сарфига мувофиқ келиши, ҳаво таркибида конденсат борлиги ва миқдори, йўқотишлар, истемолчилардаги босим ўлчанади.

Совутиш тизимида: кириш ва чиқишдаги совутувчи сувнинг сарфи ва ҳарорати аниқланади, градирен ҳолати, сувни шимилиш миқдори ва йўқотишлари.

Энергия тежаш бўйича тавсиялар:

Корхонани сиқилган ҳаво билан таъминловчи компрессорлада электр энергиясини тежаш қуйидаги тадбирлар орқали амалга ошириш мумкин:

Сиқилган ҳаво истемоли ўзгарганда компрессор иш режимларини ва иш унумдорлигини автоматик ростлаш;

Сўрувчи клапанлар иш режимларини автоматлаштириш;

Сиқилган ҳаво истемоли камайган пайтда ортиқча компрессорларни учуриб қўйиш;

Компрессор қурилмасини номинал ишчи босимини камайтириш;
Поршенли компрессорларда тўғри оқувчи (прямоточных)
клапанларни қўллаш;

Поршенли ҳаво компрессорларида резонансли пуфлашни қўллаш;

Ҳаво қабул қилгичларга сиқиладиган ҳавони иситиб узатиш;

Эски компрессорларни ФИК юқори бўлган замонавий компрессорга
алмаштириш;

Сиқилган ҳаво чиқадиган тешикларни аниқлаш ва доимий назорат
қилиш, ҳаво қувурларида ва бирлаштирувчи арматураларда
зичлаштирилмаган тикинларни тўғрилаш;

Иш бажирилмаётган бўлимларни ёки цехларни буткул тармоқдан
узиш;

Агар мақсадга мувофиқ бўлса самарадорлиги паст бўлган сиқилган
ҳаво механизмларини бошка энергия ташувчилар билан алмаштириш;

Қўлланилаётган пневмоасбоблар ёки жиҳозларни электр жиҳозлар
билан алмаштириш.

*6.2.3. Совутиш ва шамоллатиш қурилмаларида энергия тежаш
тадбирларини ўтказиш.* Энергия аудиторининг амалга ошириши лозим
бўлган ишлари: бино лойиҳасидан совутиш ва шамоллатиш тизими
элементларининг параметрларини ва ҳисобий тавсифларини аниқлаш.
Шамоллатиш тизимини тадқиқ этишда ўрганиладиган тавсифларга
вентиляторларни ҳақиқий уланиш ва юклантириш коэффициентлари, сутка
давомидаги ишлаш вақти, бино ичидаги ҳаво ҳарорати, бино ташқарисидаги
ўртача ҳарорат, ҳаво алмашинувининг карралиги киради. Корхона
лойиҳасидан шамоллатиш қурилмаларининг ҳисобий юкламаси аниқланади.
Агар бу маълумотлар бўлмаса мавжуд бўлган мейёрий талаблар солиштирма
шамоллатиш тавсифи асосида аналитик усулда аниқлаш мумкин. Биноларни
шамоллатиш тизими тавсифларидан келиб чиқиб вентиляторларни ҳақиқий
иш режимларини аниқлаш.

Ўлчанадиган қийматлар: шамоллатиш қурилмаларини иш режимларини аниқлаш мақсадида қуйидаги ўлчашлар ўтказилади: биноларни ўлчамлари, бино ичидаги ва ташқарисидаги ҳарорат, нисбий намлиги, ҳавони ҳаракатланиш тезлиги, ёзда ва қишда узатиладиган ҳаво оқимининг ҳарорати, ҳавони инфилтрациялаш ва ҳаво алмашилиш ҳароратлари.

Энергия тежаш бўйича тавсиялар:

Ҳаво ўтказиш қувурларига иссиқлик изоляцияларини ўрнатиш ва ҳаво чиқувчи тешиқларни бартараф қилиш;

Тизимда марказий ва индивидуал ростлагичларни ўрнатиш, шамоллатиш жараёнида вужудга келадиган иссиқликни рекуперациялаш;

Тизимдаги ҳавони исиб кетиши ва совиб кетишини олдини олиш;

Шамоллатиш қурилмаларини фақат бинода ишчилар бўлганида ёки технологик жараён бажарилаётган вақтида ишлашини таъминлаш;

Шамоллатиш қурилмаларида қуйидаги тадбирлар электр энергияси тежаш имкониятини беради:

Эски вентиляторларни ФИК юқори бўлган замонавийларига алмаштириш;

Шамоллатиш қурилмаларини иш унумдорлигини ростлашда янада самаралироқ усулларидадан фойдаланиш;

Тушлик вақтида ва иш сменалари алмашинаётган вақтида вентиляторларни ўчириш;

Лойиҳада кўзда тутилмаган дефектлар ва ўчиришларни олдини олиш ва бартараф қилиш;

Шамоллатиш қурилмаларини автоматлаштирилган бошқарув тизимларини қўллаш.

6.2.4. Насос қурилмаларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.

Ўлчанадиган қийматлар: технологик талаблар бўйича сувнинг сифати; Ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлмаган исрофлар жойини ва миқдорини аниқлаш; насос қурилмаси электр юритмасининг иш тавсифларини аниқлаш.

Тавсия қилинадиган энергия тежаш тадбирлари:

Сувни узатиш қувурларидаги тешикларни бартараф қилиш;

Ишлатилаётган сувни арзонроқ сувга (техник, артизиан ёки қайта ишлатиладиган, оқава) алмаштириш;

Қуруқ градиентларни қўллаш.

Насос қурилмаларида электр энергиясини тежаш бўйича қуйидаги тадбирлар тавсия этилади:

Насос қурилмаларини ФИК ни ошириш (ФИК паст бўлган электр юритмаларни энергия тежамкор замонавий электр юритмалар билан алмаштириш);

Насосларни оқилона юклантириш ва уларни иш унумдорлигини ростлаш тизимини ўрнатиш (насосни максимал узатишини таъминлаш; насос ишини оқимни узатиш ёки қабул қилиш жойларида тикинлар билан ростлаш; ишлаётган насослар сонини мувофиқлаштириш, электр мотор тезлигини ростлаш ва ҳ.к.);

Ўтказгич қувурларни ўтказиш қобилиятини яхшилаш (қувурларни кескин бурилишини камайтириш, тозалаб туриш, тикинлар носозлигини бартараф қилиш ёки тўғри ишлатиш).

Сувни самарасиз сарфлашни ва йўқотишларни камайтириш (сувдан мақсадсиз фойдаланиш ва тешикларни бартараф қилиш; сувдан қайта фойдаланишни йўлга қўйиш; совитиш тизимини такомиллаштириш орқали сув сарфини камайтириш; тизимдаги илгарланма ва орқага ҳаракатлаётган сувни ҳарорат тушуви тармоқ графикларига тўла амал қилиш);

Насос қурилмалари электр юритмаларини замонавийлаштириш ҳам насос иш унумдорлигини оширади.

3.2. Электр технологик қурилмаларда энергия тежаш тадбирларини ташкил этиш.

6.3.1. Ёйли пўлат эритиш печларида энергиятежаш тадбирларини ўтказиш. Бундай печларни эксплуатация қилиш асосан қуйидаги усуллар билан энергия тежамкорликга эришилади:

Печдан чиқарилиб юборилдаётган иссиқлик ҳисобига эритиладиган хом ашёни иситиш. Электр печлар учун филтрлар ўрнатиш ва реактив қувватни қоплаш. Шихталарни тайёрлаш тартибини такомиллаштириш.

Эритиладиган метални дастлабки иситиш электр энергия сарфини анча камайтиради ва печ трансформаторини ишлаш режимини яхшилайтиди. Бунда цехда мавжуд бўлган бошқа иситиш ускуналарини совутиш пайтида кеткизиладиган иссиқликдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

Электр исрофларни қуйидаги тадбирлар орқали камайтириш мумкин:

Иккиламчи ток ўтказгич элементларидаги ток зичлигини оптималлаш орқали;

Электр контактлардаги қаршилиқларни камайтириш;

Электрод чирокдаги қаршилиқни камайтириш;

Қисқа туташув тармоғи схемасини такомиллаштириш.

Иссиқлик исрофларини қуйидаги тадбирлар орқали камайтириш мумкин:

Печнинг ташқи томонини алюминий бўёқ билан қоплаш;

Совитувчи сувдан фойдаланиб иссиқлик исрофини камайтириш;

Чиқиб кетувчи газларни камайтириб иссиқлик исрофини камайтириш;

Печ дарчалари ёки тешикларидан чиқувчи иссиқликни камайтириш орқали иссиқлик исрофини камайтириш.

Технологик печлардаги энергия самарадорликни яна оптимал иш графигини танлаш, салт ишлаш вақтини камайтириш орқали камайтириш мумкин.

6.3.2. *Қаршилик электр печларида энергия тежаш тадбирларини ўтказиш.* Қаршилик электр печларидаги нисбий энергия сарфини камайтириш қуйидаги тадбирлар орқали амалга ошириш мумкин:

Иссиқлик йўқотишларини камайтириш ва печларни иссиқлик изоляциясини камайтириш (печларни герметиклигини ошириш);

Печларни иш унумдорлигини ошириш (печнинг қувватини ошириш, печни оқилона юклантириш);

Иссиқликни йиғишда исрофларни камайтириш ва металлларни даслабки иситишни қўллаш (енгил, самарадор иссиқбардош ва иссиқлик изоляцияловчи материалларни қўллаш); печларни узлуксиз ишлаш режимини ташкил этиш; металл юкланадиган аравача массасини камайтириш;

Печларни электр ва технологик иш режимларини оқилона ташкил этиш (печларни иш режимларини автоматлаштириш, технологик жараён вақтини қисқартириш; индукцион қиздириш жараёнини қўллаш);

Совутувчи сув сарфини камайтириш, сув таминотида ростлагичларни ўрнатиш;

Тортувчи вентиляторлар ва тутун сўрувчи қурилмаларни модернизациялаш.

Электр печларда электр энергиясини исрофларини қуйидаги тадбирлар орқали камайтириш мумкин:

1. Печнинг ишчи ҳарорати барқарор бўлганда печнинг ташқи юзасидаги изоляция бузилишини мунтазам назорат қилиш ва изоляцияни бузилишини бартараф қилиб туриш электр энергиясини 30 % гача тежаш имконини беради;

2. Электр печларни герметиклигини эшикларни маҳкам ёпилганлигини таъминлаш орқали назорат қилиш электр энергиясини 5-10 энергияни тежаш имконини беради;

3. Печнинг ташқи қопламасини алюминий бўёқ билан бўяш 4-6% атрофида электр энергиясини тежаш имконини беради;

4. Печнинг ичида жойлаштириладиган буюмларни зич ва тартиб билан жойлаштириш орқали максимал юклантириш энергияни тежаш имконини беради. Печни 70 % дан кам юклантириб ишга тушириш тавсия этилмайди;

5. Печдаги ишчи ҳароратни автоматик тарзда ростлаб туриш электр энергиясини 25 % гача камайтириш имконини беради;

6. Печнинг ички ишчи ҳажмини печ ичига қўйиладиган буюмлар ҳажмига қараб ўзгартириб туриш имкониятини бўлиши электр энергиясини 25% гача ва дастлабки иситиш вақтини 40% гача қисқартиради;

7. Печга ишлов бериладиган буюмларни юкловчи мослама ҳажмини ва массасини камайтириш электр энергиясини 10-15 % гача камайтиради. Юкловчи мосламани массаси ишчи буюмлар масасасида 10% дан ошмаслиги тавсия этилади;

8. Буюмларни айниқса бўялган буюмларни қуриштида инфрақизил нурли печлардан фойдаланиш бир текис ва сифатли қуришти эвазига энергияни 30-40% гача камайтириш имконини беради;

9. Ванналардаги буюмларни иситишда ванна ташқи деворига ўрнатиладиган нихромли иситкичлар ўрнига ваннани ичига туширилиб иситиладиган селитрали, тузли, мойли ва бошқа турдаги иситкичлардан фойдаланиш электр энергиясини 40% гача камайтиради;

10. Юқори частотали индукцион печлар иш режимларини кўп чиқишли индукторлардан фойдаланиш ёки печларни марказлашган электр таъминоти схемасидан фойдаланиб оптималлаш электр энергиясини 40% гача камайтириш имконини беради.

3.3. Пайвандлаш қурилмаларида энергия тежаш тадбирлари.

Энергия аудиторинг амалга ошириши лозим бўлган ишлари: пайвандлаш цехидаги пайвандлаш дасгоҳларини паспорт параметрларини ва ҳисобий тавсифларини аниқлаш. Пайвандлаш усулларини тадқиқ қилиш;

сутка давомидаги ишлаш вақти. Пайвандлаш дасгоҳларини токлари, хавфсизлик чоралари.

Ўлчанадиган қийматлар: пайвандлаш қурилмаларида иш режимларини аниқлаш мақсадида қуйидаги ўлчашлар ўтказилади: ишчи тоқлар, қувват коэффиценти слт ишлаш ва қисқа туташув токлари.

Пайвандлаш қурилмалари ўзларининг специфик юкламанинг **такрорланувчан- қисқа муддатли режими** билан характерланадилар. Бунда ёйни максимал ёниш вақти битта электроднинг тўлиқ ёниши учун кетган вақтга тенг деб ва иш жараёнидаги минимал танаффус вақти - электродни алмаштириш ва ёйни қайта ёндиришга сарф бўлган ьамда пайвандланаётган махсулотни жилдириш, пайвандловчининг бир ердан иккинчи ерга кўчишига сарф бўлган вақтларга тенг деб қабул қилинади.

Пайвандлашга сарфланган нисбий энергия сарфини камайтириш асосан қуйидаги тадбирлардан фойдаланиб эришилади:

- оптимал пайвандлаш усулини танлаш;
- электр пайвандлаш технологиясини такомиллаштириш;
- электр ва иссиқлик исрофларини камайтириш;
- пайвандлаш агрегатларини салт ишлаш режимини чеклаш;

Оптимал пайвандлаш усулинитанлаш қуйидаги 3 йўл билан амалга оширилади:

-дастаки ёйли пайвандлаш усулдан автоматик флюс билан таъминловчи ўзгарувчан тоқда пайвандлаш усулига ўтиш (электр энергияси 5-7% га тежаллади);

-ўзгармас тоқдаги дастаки пайвандлаш усулидан ис гази муҳитида автоматик пайвандлаш усулига ўтиш (нисбий энергия сарфини 2-2,5 мартага камайтиради);

-Дастаки ёйли пайвандлаш усулидан нуқтавий контактли усулига ўтиш нисбий энергия сарфини 2-2,5 мартага камайтиради;

-Ёйли пайвандлаш усулидан контакли тикиш пайвандлаш усулига ўтиш электр энергияси сарфини 15 % га камайтиради;

-Ўзгармас токдаги дастаки ёйли пайвандлашдан ўзгарувчан токли пайвандлаш усулига ўтиш электр энергияси сарфини 2-3 мартага камайтиради;

Контактли пайвандлаш усулида энг самарадор усул нуқтавий пайвандлаш бўлиб уни кенг қўллаш катта иқтисодий самарани таъминлайди.

Электр пайвандлаш технологиясини такомиллаштириш қуйидагича амалга ошириш мумкин:

-пайвандлашда темир порошоги қўшилган қопламали электродлардан фойдаланиш (пайвандлаш токини ошириш, унумдорликни ошириш ва энергия сарфини 8-12 % га камайтириш имконини беради);

-пайвандлашда ёрдамчи металл қуймалардан фойдаланиш (флюсдан фойдаланиш нисбий энергия сарфи 30-40% га камайтиради);

-қалинлиги катта бўлган металлларни пайвандлашда электршлакли пайвандлаш усулидан фойдаланиш;

-пайвандлаш режимини тўғри танлаш.

Пайданлашни қаттиқ режимда, яъни катта ток ва қисқа вақтда амалга ошириш электр энергияси сарфини 1,4- 2,5 мартабагача камайтиради.

Пайвандланадиган металл қалинлиги, мм	Юмшоқ режим		Қаттиқ режим		Энергия сарфини камайиши, Марта
	$I_{най}, кА$	$t_{най}, с$	$I_{най}, кА$	$t_{най}, с$	
0.8+0.8	7.0	0.3	9.5	0.08	2.03
1.0+1.0	7.5	0.4	10.5	0.08	2.55

Пайвандлаш трансформаторларини салт ишлаш режимларини чекловчи қурилмалардан фойдаланиш электр энергияси сарфини 15-20 % га камайтириш имконини беради.

Электр пайвандлашда электр энергиясини тежаш тадбирлари сифатида яна қуйидагиларни келтириш мумкин:

Бир фазали ўзгарувчан токли контактли пайвандлаш машиналарини ўзгармас ток машиналарига алмаштириш машина қувватини ва индуктивлигини камайтириш орқали электр энергиясини тежаш имконини беради;

-иккиламчи контурлар қаршилигини ва улар контактлари ҳолатини мунтазам текшириб бориш;

-қалинлиги 30-40 мм бўлган металлларни ўзаро пайвандлашда ёйли пайвандлаш ўрнига электр шлакли пайвандлашни бажариш.

3.4. Электр техник қурилмаларда энергия тежаш тадбирларини ўтказишдаги ҳисоблашлар

Саноат корхоналарида асосий энергия истеъмолчилари асинхрон машиналар ҳисобланади. Бу машиналарнинг исрофларни ҳисоблашлар куйидагича:

Тадқиқот сифатида 4A200S2Y3 типдаги 22 кВт ли ротори қисқа туташган асинхрон мотор учун куйидаги ҳисоблашларни амалга оширамыз:

Ярмодаги пулатнинг массаси

$$m_a = \pi(D_a - h_a)h_a \cdot l_{CT1} \cdot k_c \cdot \gamma_c = 3,14 \cdot (0,34 - 0,05) \cdot 0,05 \cdot 0,07 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 26 \text{ кг}$$

Тишлардаги пулат массаси

$$m_{z1} = h_{z1} \cdot b_{z1cp} \cdot Z_1 \cdot l_{ct1} \cdot k_c \cdot \gamma_c = 0,0237 \cdot 0,0056 \cdot 48 \cdot 0,07 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 3,36 \text{ кг}$$

Пулатдаги асосий исрофлар

$$P_{n.ac} = p_{1,0/5,0} \left(\frac{f_1}{50} \right)^\beta \cdot (k_{да} \cdot B_a^2 \cdot m_a + k_{ДЗ} \cdot B_{z1}^2 \cdot m_{z1}) =$$

$$= 2,6 \cdot (50/50)^{1,5} \cdot (1,6 \cdot 1,4^2 \cdot 26,9 + 1,8 \cdot 1,83^2 \cdot 3,36) = 278,1 \text{ Вт}$$

Ротордаги сирт исрофлари

$$p_{02} = 0,5 \cdot k_{02} (Z_1 \cdot n_1 / 10000)^{1,5} \cdot (B_{02} \cdot t_1 \cdot 10^3)^2 =$$

$$= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (48 \cdot 3000 / 10000)^{1,5} \cdot (0,338 \cdot 0,013 \cdot 1000)^2 = 738,2 \text{ Вт}$$

$$P_{c2} = p_{02} (t_1 - b_{uu}) \cdot Z_2 \cdot l_c = 738,2 \cdot 0,013 \cdot 38 \cdot 0,070 = 24,7 \text{ Вт}$$

$$B_{n2} = \gamma \cdot \delta \cdot B_{z2} / 2t_1 = 4,42 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 0,016) \cdot 1.800 = 0,126 \text{ Тл}$$

Ротор тишларидаги пулат массаси

$$m_{z2} = h_{z2} \cdot b_{z2} \cdot Z_2 \cdot l_{ct} \cdot k_c \cdot \gamma_c = 38 \cdot 0,047 \cdot 0,005 \cdot 0,070 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 0,01 \text{ кг}$$

Ротор тишларидаги пулсациялановчи исрофлар

$$P_{n2} = 0,11 \cdot (Z_1 \cdot B_{n2} \cdot n / 1000)^2 \cdot m_{z2} =$$

$$= 0,11 \cdot (48 \cdot 3000 \cdot 0,126 / 1000)^2 \cdot 4,49 = 162,7 \text{ Вт}$$

Пулатдаги кушимча исрофлар йигиндиси

$$P_{с.д.} = P_{с2} + P_{n2} = 24,7 + 162,7 = 187,4 \text{ кВт}$$

Пулатдаги умумий исрофлар

$$P_{ст} = P_{ac} + P_{сд} = 278,1 + 187,4 = 465,5 \text{ кВт}$$

Механик исрофлар

$$P_{мех} = K_T \cdot (n/10)^2 \cdot D_a^4 = 0,95 \cdot (3000/10)^2 \cdot 0,349^4 = 1268 \text{ кВт}$$

Номинал режимдаги кушимча исрофлар

$$P_{доб} = 0,005 \cdot P_1 = 0,005 \cdot 27388 = 136,9 \text{ Вт}$$

Мотор чулгамидаги электр исрофлар

$$P_{s1} = 3 \cdot I_1^2 \cdot r_1' \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 20,72^2 \cdot 0,268 = 345,5 \text{ Вт}$$

бу ерда, r_1 -статор чулгами актив қаршилиги

Статор чулгамининг актив қаршилиги

$$r_1 = \rho_{115} \frac{L_1}{q_{\text{эф}} \cdot a} = 10^{-6} / 41 \cdot 101,82 / 9,26 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,268 \text{ ом}$$

Фаза чулгамидаги симнинг узунлиги

$$L_1 = l_{cp1} \cdot \omega_1 = 1,061 \cdot 96 = 101,82 \text{ м}$$

Ротор чулгамидаги электр исрофлар

$$P_{s2} = 3 \cdot I_2^2 \cdot r_2' \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 19^2 \cdot 0,0103 = 11 \text{ Вт}$$

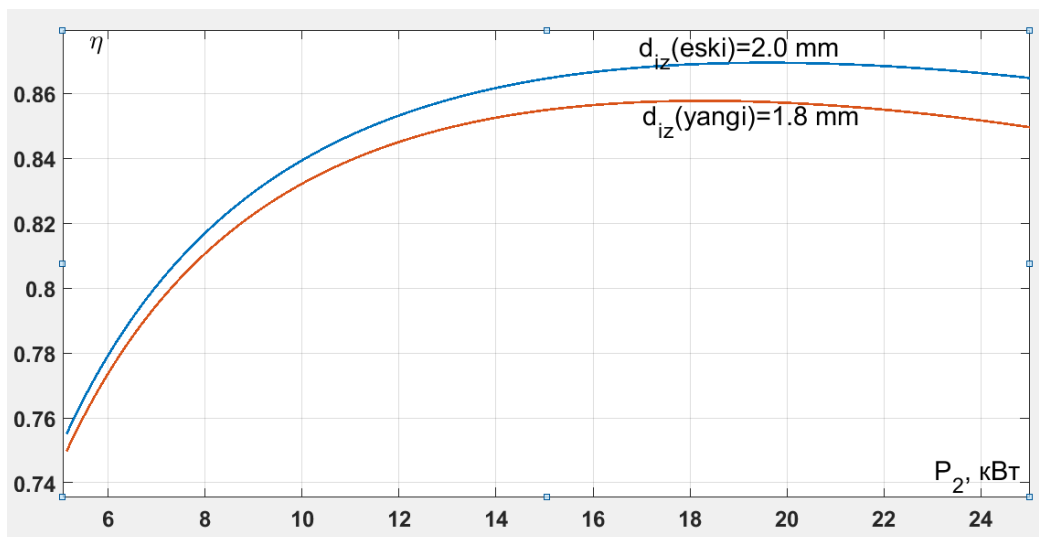
Мотордаги умумий исрофлар

$$\Sigma P = P_{ст} + P_{мех} + P_{s1} + P_{s2} + P_{доб} = 295,5 + 219 + 76,5 + 11 + 68,5 = 670,5 \text{ Вт}$$

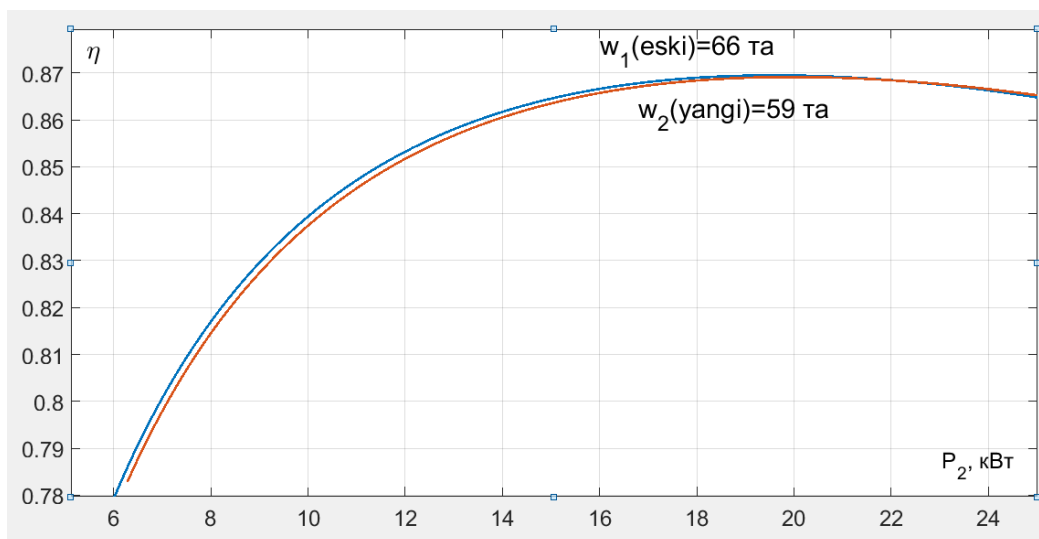
Моторнинг ФИК

$$\eta = 1 - \Sigma P / P_1 = 1 - 670.5 / 11000 = 0.93$$

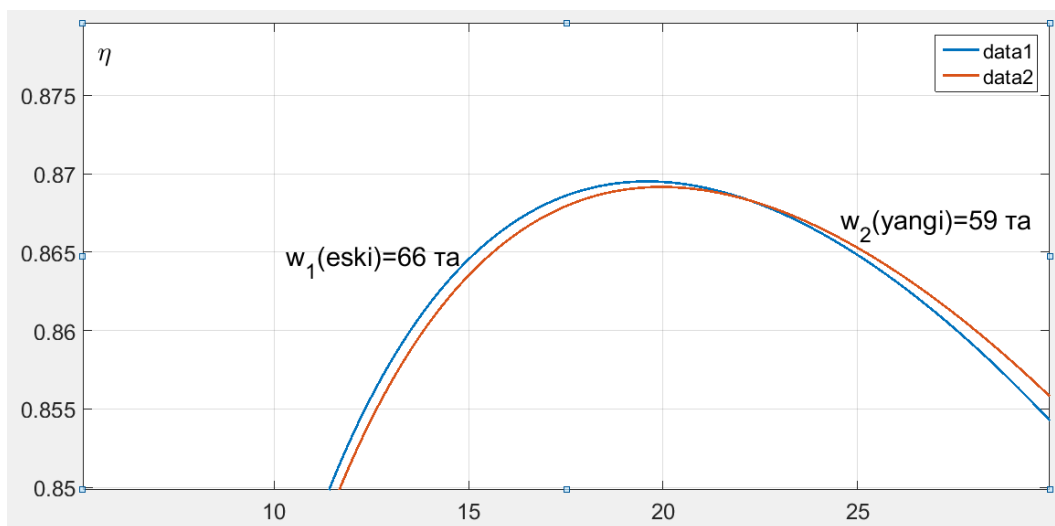
Агар биз моторга чулғам танлаганимизда ёки моторни таъмирлаш вақтида унинг иш режим параметрларини ҳисобга олган ҳолда қайта чулғамни бошқа кесим юзага ўраганимизда асинхрон моторни энергетик кўрсаткичлари қандай ўзгаришини ҳисоблаймиз.



22 кВтли ротори қисқа туташган асинхрон моторни чулғамни бошқа кесим юзали ўтказгичга ўзгартилгандаги ФИК турли юкламаларда ўзгариши



22 кВтли ротори қисқа туташган асинхрон моторни чулғамни бошқа ўрамлар сонига ўзгартилгандаги ФИК турли юкламаларда ўзгариши



22 кВтли ротори қисқа туташган асинхрон моторни чулғамни бошқа ўрамлар сонига ўзгартилганда ва 30% ортиқча юкламада ФИК графиги

Саноат корхоналарида электр энергияси асосий истемолчиси электр моторлар ҳисобланади. Цех ички таъминотида исрофлар 9-10% ни ташкил этади. шундан 12-15% цех тармоқларида, 85 % эса асинхрон моторларда (АМ) исроф бўлади. АМ даги исрофнинг 43,6% статор чулғамида, 12,7 % ротор чулғамида, 43,7% моторнинг магнит тизимида бўлади. Шундай қилиб, электр моторлардаги исрофлар электр энергиясини узатиш ва тақсимлашдаги умумий исрофлар билан тенглашади. Шунинг учун, корхона миқёсида режалаштирилган моторларда электр энергиясини тежаш тадбирлари катта иқтисодий самара бериши мумкин. Бу тадбирлар энг аввало электр таъминоти тизими элементларини алмаштириш билан боғлиқ тадбирлар киради. Кам юкланган моторларни алмаштириш, ФИК паст бўлган ускуналарни замонавий самарадор ускуналарга алмаштириш, тармоқ кучланиши ўзгартириш, реактив қувватни қоплаш шулар жумласидандир.

Электр энергияси исрофларини камайтириш электр ускуналарини таъмирлаш сифатини яхшилаш орқали ҳам эришиш мумкин. Бу тадбир айниқса моторларни таъмирлашда яхши самара беради. Бунда таъмирдан кейин моторнинг параметрлари паспорт параметрларга яқинлаштириш лозим. Сифатсиз таъмирдан чиққан моторлар реактив қувватни кўп истемол қилиши, чулғамлар носимметрик бўлиши, салт ишлаш токини ошиб кетиши

туфайли кўп исрофларни келтириб чиқаради. Бундай салбий ҳолатлар мотор чулғамини номинал катталикларидан бошқа катталикларга (номинал тезлик, кучланиш, частота ўзгарганда) қайта ўраганда қўшимча ҳисоблашлар бажариш талаб этилади. Аммо, кўпинча, намуна жадвалларда берилган маълумотлар билан қайта ўралаверади.

ХУЛОСА

Бутун дунёда энергия ресурсларга бўлган эҳтиёжнинг кескин ошиши ва энергия ресурсларни истеъмоли билан боғлиқ экологик муаммоларни кучайиши барча соҳада энергия тежаш масалаларини илгари сурмоқда [20, 33]. Энергия ресурсларни тежаш орқали маҳсулот таннархини камайтириш ишлаб чиқарилаётган маҳсулотимизни ташқи ва ички бозордаги рақобатбардошлигини оширишни асосий омилларида биридир. Бу вазифани ҳал қилишнинг асосий йўналишлари бу: юқори самарадорликка эга бўлган технологик машиналарни ва энергияни етказиб берувчи оқилона электр истеъмоли режимини ташкил этиш ҳисобланади. Ҳозирги кунда Республикамизда маҳсулот бирлигига сарфланаётган энергия сарфи ривожланган давлатларни ушбу кўрсаткичларига нисбатан бир неча марта кўплиги энергия тежаш бўйича имкониятларимиз борлигини кўрсатади. Республикамиз корхоналарига чет эл инвестициялари кенг жалб қилиниб хорижий технологик ускуналар ўрнатилмоқда. Замонавий технологик ускуналар электр тармоғига фаол тескари таъсир кўрсатиб ва айни пайтда электр энергияси сифатига ва электр таъминоти тизими (ЭТТ) ишончлигига катъий талаблар қўяди. Бу ҳолат корхоналарни замонавий талаблар, жумладан, электр энергияси сифати ва фойдаланиш самарадорлиги, тадқиқ қилиш ва юқори энергия самарадорликни таъминлаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишни тақозо қилади. Бу эса энергия аудити текширувларини устивор вазифаси ҳисобланади.

Энергия ресурсларни қувватини оширишдан кўра энергия тежамкор тадбирлар орқали энергиядан рационал фойдаланиш бир неча марта самарадор экани маълум [1,2]. Бу эса ўз навбатида саноат корхоналарининг мавжуд электр таъминоти тизимини энергия тежамкорлик нуқтаи назаридан тадқиқотлар ўтказиш ва реконструкциялашни тақозо этади. Бундай тадқиқотлар ўз навбатида юқори малакали тадқиқодчилар гуруҳини ва салмоқли харажатларни талаб этади. Бу текширувлар корхона ривожланишидаги тўсиқ эмас, балки унинг ривожланишини белгилаб берувчи омил

бўлиши лозим. Яъни корхона раҳбарияти энергия аудитини ўтказувчи ташкилотларга манфаат излаб мурожаат қилиши лозим. Корхона маъмурияти корхонада ўтказиладиган энергия аудит харажатларини фақат корхона реконструкция ва энергия аудити харажатларини қоплаб фойда келтирадиган тақдирдагина тўлаши лозим. Акс ҳолда иқтисодиётимизга тўсиқ бўлувчи маъмурий текширувларни биттага кўпайтирамиз холос. Бунинг учун кам харажатли ва самарали энергия аудитини ўтказиш услугиётини ишлаш зарур.

Энергия тежаш тадбирларини тўғри ташкил этишда корхона раҳбарияти ва мутахассисларини роли муҳим. Бошқарув тизимида инсонни ҳам камраб олган автоматлаштирилган тизимни самарадорлигини тизимни бошқараётган ходимни қабул қилинаётган қарорларни сифати ва корхонадаги ишлаб чиқариш ходимларини энергия тежашдаги кенг иштироки муҳим аҳамиятга эга бўлади. Зарур ахборотни, уни йиғиш ва қайта ишлаш бўйича имкониятни ёки малаканинг йўқлиги - ҳолати тўғрисида кам ахборотга эга бўлган объектларни бошқариш самарадорлигининг пастлигини асосий сабабидир.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7-февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.
2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об утверждении Правил проведения энергетических обследований и экспертиз потребителей топливно – энергетических ресурсов». // Проблемы энерго– и ресурсосбережения. –Ташкент, 2006, №2, 47–60 с.
3. Абидов А.А. Программа энерго– и ресурсосбережения – интенсивный путь развития экономики народного хозяйства. // Проблемы энерго– и ресурсосбережения. –Ташкент, 2003. –№1–2. –С. 54–60.
4. Абдулаязнов Э.Ю., Валеев И.М., Зарипов Д.К. «Умные» электрические сети. Казанский гос. энергетический университет. –Казан. 2013. -174 с.
5. Адамович А.Р. и др. Планирование технических потерь электроэнергии в системе электроснабжения металлургического предприятия // Электрика. – Москва, 2005. –№2. –С.12–17.
6. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. –Ташкент, Фан ва технология, 2009. –463 с.
7. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. –Ташкент, Молия, 2007. – 388 с.
8. Аметистов Е.В., Данилов О.Л. и др. Информационно – аналитические системы по проблематике энергоэффективности: опыт разработки и внедрения // Энергоэффективность и энергосбережение. –Москва, 2003. – №4. –С. 9–16.
9. Апполонов Ю.С., Директор Л.Б. и др. Разработка автоматизированного рабочего места энергоаудитора – энергоменеджера и электронной формы энергетического паспорта предприятия // Энергосбережение. –Москва, 2003. –№3. –С. 64–66.

10. Афонин А.М., Царегородцев Ю.Н., Петрова С.А., Петрова А.М. Энергосберегающие технологии в промышленности. –Москва, Форум, 2010. – 270 с.
11. Андрижиевский А.А., Володин В.И. Энергосбережение и энергетический менеджмент. – Мн.: Выш. шк., 2005. – 294 с.
12. Бернас С., Цёк З. Математические модели элементов электроэнергетических систем: Пер. с польск. – М.: Энергоиздат, 1982. – 312 с.
13. Беллман Р. Введение в теорию матриц. – Москва, Наука, 1969.- 368 с.
14. Блум К. Теория матрицы плотности и ее приложения. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 248 с.
15. Бушуев В.В. Научные основы и мониторинг энергоэффективности // Энергетическая политика, –Москва, 2003. –№4. –С. 3–8.
16. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б. Экономия энергии в промышленности: Учеб. пособие / ; Нижегород. гос. техн. ун-т., НИЦЭ. Н. Новгород, 1998. 220 с
17. Вагин Г.Я., Соснина Е.Н. Системы электроснабжения: комплекс учебно-методических материалов / Нижегород, гос. Техн. Ун-т. Нижний Новгород, 2006. – 91 с.
18. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий. – М.: Госэнергонадзор Минтопэнерго России, 1999. – 210 с.
19. Веников В.А., Горушкин В.И., Маркович И.М., Мельников Н.А., Федоров Д.А. Электрические системы. Электрические расчеты, программирование и оптимизация режимов. Учебн. пособие для электроэнерг. вузов. М., «Высш. школа», 1973. - 320 с.
20. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1966. – 576 с.
21. Гамазина С.И., Кудрина Б.И., Цырука С.А. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / под общ. ред. профессоров МЭИ(ТУ), —М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — 745 с.

22. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. –СПб.: Наука и техника, 2014. - 240 с.
23. Грачева Е.И., Саитбаталова Р.С. Определение расхода электроэнергии на основе математической модели // Промышленная энергетика. –Москва, 1999. –№ 4. –С. 24–25.
24. Грачева Е.И., Наумов О.В. Оценка величины потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В // Проблемы энергетики. –Москва, 2003. –№ 1–2. –С. 108–117.
25. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Рерле Р.Д. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000. – 500 с.
26. Громов Ю.Ю., Мищенко С.В., Погонин В.А., Набатов К.А.. Информационные системы для управления объектами малой энергетики. – Москва, «Научтехлитиздат», 2010, -283 с.
27. Гунин В.М. и др. Опыт нормирования и прогнозирования энергопотребления предприятия на основе математической обработки статической отчетности // Промышленная энергетика. –Москва, 2003. –№ 2. – С. 2–5.
28. Гук Ю.Б., Синенко М.М., Тремясов В.А. Расчет надежности схем электроснабжения. –Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 216 с.
29. Guidelines on energy audit. Electrical & Mechanical services department. The government of the Hong Kong special administrative region. 2007.
30. Данилова О.Л., Костюченко П.А. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. – М.: ЗАО «Технопромстрой», 2006. – 668 с.
31. Даценко В.А., Гетманов В.Т. математическое моделирование в системах электроснабжения. Учебное пособие. Том. Политех.ун-т. –Томск. 2005, -120 с.
32. Довгялло А.И., Довгялло Д. А., Некрасова С. О. Энергоменеджмент: [Электронный ресурс] : электрон, учеб. пособие / Минобрнауки России,

Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Самара, 2011. – 125 с.

33. Дзевенский А.Я, Хашимов Ф.А. Режимы и показатели электропотребления предприятий текстильной промышленности. –Ташкент, Фан, 1986. –95 с.

34. Дзевенский А.Я., Ибрагимов К.Х., Хашимов Ф.А. Многовариантные решения задач анализа, прогнозирования и нормирования электропотребления на промышленных предприятиях, выпускающих разнородную продукцию // Промышленная энергетика. –Москва, 2000. –№3. –С. 43–46.

35. Дзевенский А.Я., Ибрагимов К.Х., Хашимов Ф.А. Методы анализа и расчета энергоёмкости продукции предприятий, использующих комплексно электроэнергию и энергию вторичных энергоносителей // Промышленная энергетика. –Москва, 2001. –№4. –С. 43–46.

36. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Степанов В.П. Методы вероятностного моделирования в расчетах характеристик электрических нагрузок потребителей. –Москва, Энергоатомиздат, 1990. –127 с.

37. Жежеленко И.В. Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Энергоатомиздат, 2000.- 252 с.

38. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. - М.: ЭНАС, 2009. - 456 с.

39. Жуков С.А. Этапы создания автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) // Промышленная энергетика. –Москва, 2005. –№2. –С. 10–12.

40. Захидов Р.А. Основные направления энергосбережения в отраслях экономики Узбекистана // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –Ташкент, 2005. –№4. –С. 10–19.

41. Закон Республики Узбекистан «Об электроэнергетике». –Ташкент, 2009.– 16 с.
42. Зиборов Б.Н. Отраслевые программы энергосбережения и роль энергетических обследований в их формировании // Энергетическая политика. –Москва, 2003. –№4. –С. 21–24.
43. Зорин В.В., Тисленко В.В., Клеппель Ф., Адлер Г. Надежность систем электроснабжения. — К.: Вища шк., 1984. — 192 с.
44. Камышан И.В. Совершенствование нормирования и планирования электропотребления многономенклатурного предприятия // Электрика. – Москва, 2004. –№7. –С. 36–38.
45. Киреева Э. А. Рациональное использование электроэнергии в системах промышленного электроснабжения. - М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000 - 76 с.
46. Киреева Э.А. Повышение надежности, экономичности и безопасности систем цехового электроснабжения. М.: НТФ "Энергопрогресс", 2002. 76 с.
47. Киреева Э. А., Орлов В. В., Старкова Л. Е. Электроснабжение цехов промышленных предприятий. - М.: НТФ "Энергопрогресс", 2003. - 120 с.
48. Комков В.А., Тимахова Н.С.. Энергосбережения в жилищно – коммунальном хозяйстве. –Москва, Инфра–М, 2010, – 318 с.
49. Козловская В.Б. Разработка методов информационного обеспечения малозатратного электроснабжения. Автореф. дисс. к.т.н. –Минск. Гос. политехническая академия. 1998, –18 с.
50. Коновалов Ю.В. Герасимов Д.О. Математическое моделирование в электроэнергетике и электротехнике. Учебное пособие [Электронный ресурс],– г. Ангарск: Изд-во АГТА, 2013. – 157 с.
51. Коробейников Б. А., Беседин Е. А., Ищенко А. И. Смаглиев А. М.
52. Математическое моделирование синхронных двигателей систем
53. электроснабжения предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Научный журнал Куб ГАУ, №87(03), 2013 года 12 с.
54. Конюхова Е.А. Влияние параметров режимов и элементов системы электроснабжения предприятий на дисконтированные затраты при

- проектировании // Промышленная энергетика. —Москва, 2005. —№2. С. 21–26.
55. Конюхова Е.А. Определение потерь мощности по потерям напряжения в электрических сетях промпредприятий. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003. – 72 с.
56. Красилов Е.В. и др. Терминологическое обеспечение энергопотребления, энергосбережения, энергоэффективности // Электрика. – Москва, 2005. –№7. –С. 35–48.
57. Козьмина З.Ю. и др. Оценка экономической эффективности модернизации энергетического оборудования // Электрические станции. – Москва, 2003. –№12. –С. 22–26.
58. Кудрин Б.И., Минеев А.Р. Электрооборудование промышленности. – Москва, Академия, 2008. –423 с.
59. Крюков А.В., Закарюкин В.П., Соколов В.Ю. Моделирование систем электроснабжения с мощными токопроводами. – Иркутск: Ир ГУПС. – 2010. – 84 с.
60. Ланкастер П. Теория матриц. – Москва, Государственное издательство физико-математической литературы, 1973. – 280 с.
61. Ларин О.М. Методы, модели и алгоритмы для системы поддержки принятия решений оптимизации потерь электроэнергии в системе электроснабжения промышленного предприятия. Автореф. дисс. к.т.н. – Курск. Курский гос. тех. университет, 2004.–18 с.
62. Лисиенко В.Г., Шелоков Я.М., Ладичиев М.Г. Хрестоматия энергосбережения. Под ред. Академика В.Г. Лисиенко Том 1,2. –Москва, Теплотехник, 2003. -687 с.,- 760 с.
63. Лыкин А.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях. – Новосибирск. НГТУ, 2013. - 115 с.
64. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.:Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.

65. Маньков В.Д. Основы проектирование систем электроснабжения. Справочная пособие. – СПб.: НОУ ДПО УМИТЦ «Электро Сервис», 2010. – 664 с.
66. Марков В.А. Оптимизация установившихся режимов в системах цехового электроснабжения по критерию минимизации потерь мощности // Электрика. –Москва, 2005. –№5. – С. 12–15.
67. Mary Attenborough. Mathematics for Electrical Engineering and Computing. Newnes. Copyright 2014
68. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Д. Технология энергосбережения. –Москва: Форум, 2010, 350 с.
69. Садуллаев Н.Н. Саноат корхоналарида энергия самарадорликни оширишнинг айрим илмий муаммолари ва ечимлари. Тошкент. «Фан ва технологиялар». 2016. 171 б.
70. www.ijser.org
71. www.automation.com
72. www.ece.nmsu.edu
73. www.scadahackr.com
74. www.rakov.ece.ufl.edu
75. www.egr.msu.edu
76. www.msalah.com
77. www.zapmeta.ws
78. www.nrel.gov
79. www.pretapfulti.files.wordpress.com