

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

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ
БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**ЭНЕРГЕТИКА
йўналиши**

**“ЭНЕРГЕТИКА СОҲАСИНИ
БОШҚАРИШНИ ЯНГИ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент – 2016

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

ЭНЕРГЕТИКА
йўналиши

**“ЭНЕРГЕТИКА СОҲАСИНИ БОШҚАРИШНИ ЯНГИ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

**Тузувчилар: проф. О.О. Ҳошимов,
проф. А.Т. Имомназаров**

Тошкент – 2016

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2016 йил 6 апрелидаги 137-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: ТДТУ, “Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялари” кафедраси профессори т.ф.д. О.О Ҳошимов
ТДТУ, “Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялари” кафедраси доценти, т.ф.н. А.Т Имомназаров

Тақризчи: Германия Siemens AG PhD. Project manager Izabella Putz

Ўқув -услугий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2016 йил _____даги ____ - сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I.	Ишчи дастури.....	5
II.	Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари.....	11
III.	Назарий материаллар.....	19
IV	Амалий машғулот мазмуни	61
V	Кейслар банки.....	75
VI	Мустақил таълим мавзулари.....	79
VII	Глоссарий	80
VIII.	Адабиётлар рўйхати	84

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сон Фармонидаги устувор йўналишлар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнларида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ушбу дастурда энергетика тармоқлари учун янги энергия тежамловчи технологиялари ва усулларини яратиш учун қўлланиладиган энергия тежамкор автоматлаштирилган электр юритмаларнинг энергетик кўрсаткичларини оптималлаш мезонларини таҳлил қилиш ва қўллаш соҳаларини кенгайтириш, таркибий тизимларини замонавий бошқарилувчи ўзгарткичлар асосида тузиш ва бошқарув тизимларини микропроцессорли бошқарувда амалга ошириш, умумсаноат асинхрон моторларининг энергетик кўрсаткичларини юкланишнинг турли қийматларида ва ишчи механизмларнинг тезлигини ростлашнинг иқтисодий ва энергия самарадор усулларини ва энергия тежамловчи технологияларини яратиш муаммолари баён этилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

«Энергетика соҳасини бошқаришни янги технологиялари ва усуллари» модулининг мақсадлари: энергетика тармоқлари учун янги энергия тежамловчи технологиялари ва усуллари энергия тежамкор автоматлаштирилган электр юритмалари учун энергетик кўрсаткичларини оптималлаш мезонларини имкониятларидан келиб чиққан ҳолда энергия тежамловчи технологияларнинг назарий асосларини яратиш, функционал ҳамда тизим схемаларини ишлаб чиқиш ва бу техник ишламаларни амалиётда қўллаш усулларини таҳлил қилиш каби малака ва кўникмаларини шакллантириш.

«Энергетика соҳасини бошқаришни янги технологиялари ва усуллари» модулининг вазифалари:

- Энергетика ва электр механик тизимларнинг энергетик кўрсаткичларини оптималлаш мезонлари турлари ва имкониятларини тушунтириш;

- Автоматлашган энергия тежамкор электр юритмаларнинг функционал ва тизим схемаларини тузиш ва таҳлил қилиш кўникма ва малакаларини шакллантиришни ўргатиш;

- Тингловчиларга энергия тежамловчи технологияларнинг янги турларини ва электр механик тизимларда энергия тежашнинг самарали усулларини яратишда зарур бўлган билим ва кўникмаларни шакллантириш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“Энергетика соҳасини бошқаришни янги технологиялари ва усуллари” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- автоматлаштирилган электр юритмаларнинг таркибий қисмлари бўлган бошқарилувчи ўзгарткичлар ва электр механик тизимлар ва уларнинг тузилиши ва таснифлари;
- электр механик тизимларда энергия тежамкорликка эришиш усуллари ва уларнинг назарий асослари ҳақида **билимларга эга бўлиши;**

Тингловчи:

- электр механик тизимларнинг энергетик кўрсаткичларини оптималлаш мезонлари турлари ва имкониятларини таҳлил қилиш;
- электр механик тизимларини ишга тушириш, тезлигини ростлаш ва тормозлаш жараёнларида энергия тежаш усулларни билиш;
- автоматлашган энергия тежамкор электр юритмаларнинг функционал ва тизим схемаларини тузиш ва таҳлил қилиш **кўникма ва малакаларини эгаллаши;**

Тингловчи:

- энергия тежамловчи технологияларнинг янги турларини яратиш;
- электр механик тизимларда энергия тежашнинг самарали усулларини яратиш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Энергетика соҳасини бошқаришни янги технологиялари ва усуллари” модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

Энергетика соҳасини бошқаришни янги технологиялари ва усуллари “модули мазмуни ўқув режадаги “Энергетика ва энергия самарадорлик муаммолари” ва “Энергияни ишлаб чиқиш ва тақсимлашни замонавий технологиялари” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг энергетика учун янги энергия тежамловчи технологиялари ва усуллари яратиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар энергетика тармоқлари учун янги энергия тежамловчи технологиялар ва усулларни ўрганиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкламаси, соат					
		Хаммаси	Аудитория ўқув юкламаси				Мустақил таълим
			жами	жумлада			
			Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот		
1.	Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга оширишда энергия тежамловчи технологияларни амалиётда қўллаб саноат ускуналари ва энергия самарадорлигини ошириш бўйича ҳукумат қарорлари.	2	2	2			
2.	Паст кучланишли умумсаноат электр қурилмаларида энергия тежамкорликка эришишнинг умумий йўналишлари ва ташкил этиш асослари	2	2	2			
3.	Асинхрон электр юритмаларнинг энергия тежамкор иш режимлари кўрсаткичларини ҳисоблашнинг математик асослари	2	2	2			
4.	Асинхрон моторнинг турли оптималлаш мезонлари бўйича бошқариш	2	2	2			
5.	Электр юритманинг динамик режимларида қувват исрофларининг камайиши таҳлили	2	2	2			
6.	Энергия тежамкор асин-хрон электр юритмаларни яратишнинг техник ечимлари	2	2	2			
7.	Микропроцессорли бошқариш асосида энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларни яратиш	2	2	2			
8.	Технологик машина электр юритмаларини силлик ишга тушурувчи қурилмаларни ҳисоблаш ва танлаш	2	2		2		
9.	Технологик машина электр юритмаларини тезлигини ростловчи частота узгарткичларини ҳисоблаш ва танлаш	2	2		2		
10.	Технологик машина электр юритмаларини тезлиги ростланмайдиган экстремал бошқарилади-ган асинхрон электр юритма кўрсаткичларини ҳисоблаш	2	2		2		
11.	Катта қувватли таъмин-ловчи насос агрегатининг тезлиги частотани ўзгар-тириб ростланмайдиган асинхрон мотори электр ва энергетик кўрсаткичларини ҳисоблаш	2	2		2		
12.	Технологик машина электр юритмаларида қувват исрофини ҳисоблаш	2	2				2
	Жами:	24	22	14	8		2

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга оширишда энергия тежамловчи технологияларни амалиётда қўллаб саноат ускуналари ва энергия самарадорлигини ошириш бўйича ҳукумат қарорлари

Электр техник ва электромеханик тизимларда қулланиладиган энергия тежамкор технологиялар. Электр техник ва электромеханик тизимларда энергия тежаш усуллари. Энергия тежамкор технологияларнинг турлари. Энергия самарадорликни ошириш йуллари. Энергия тежамкорликнинг аҳамияти. Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга ошириш бўйича ҳукумат қарорлари.

2-мавзу: Паст қучланишли умумсаноат электр қурилмаларида энергия тежамкорликка эришишнинг умумий йўналишлари ва ташкил этиш асослари
Энергия тежашнинг асосий истикболли йўналишлари. Ривожланган мамлакатларда ишлаб чиқилган янги энергия тежамкор технологиялар. Саноат қурилмаларини юкланиш даражасини энергия самарадорликка таъсири.

3- мавзу: Асинхрон электр юритмаларнинг энергия тежамкор иш режимлари кўрсаткичларини ҳисоблашнинг математик асослари
Асинхрон электр юритмаларда энергия тежашнинг илмий асослари. Экстремал режимларнинг таҳлили. Электр юритмаларни энергетик курсаткичлар бўйича оптималлаш. Энергетик оптималлашнинг усуллари: ток минимуми, қувват истеъмолининг минимуми, қувват исрофининг минимуми ва х.к.

4- мавзу: Асинхрон моторнинг турли оптималлаш мезонлари бўйича бошқариш
Турли энергетик оптимал мезонлаш бўйича электр юритманинг энергетик курсаткичларининг таҳлили. Турли мезонларни киёсий таккослаш. Хар бир оптимал мезонларни амалиётдаги урни. Оптимал мезонларнинг амалиётда қуллаш истикболлари.

5- мавзу: Электр юритманинг динамик режимларида қувват исрофларининг камайиши таҳлили
Электр юритма динамик режимларини оптимал бошқариш. Динамик режимлардаги қувват исрофи ва электр юритманинг истеъмол қувватини камайтириш усуллари. Динамик режимларда энергетик оптималлаш усуллари таъминловчи техник ечимлар.

6- мавзу: Энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларни яратишнинг техник ечимлари
Катор технологик машина ва саноат ускуналари учун статор токи минимумини таъминловчи алгоритм ва дастурий таъминот. Статор токи минимумини таъминловчи қурилма. Изланувчи тизимлар хақида маълумот.

7- мавзу: Микропроцессорли бошқариш асосида энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларни яратиш
Микропроцессорли электр юритмаларни таркиби. Микропроцессор воситасида оптимал алгоритмни қуллаш имконияти. Кенг функционал имкониятларга эга бўлган микропроцессорли тизимлар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот

Технологик машина электр юритмаларини силлик ишга тушурувчи курилмаларни ҳисоблаш ва танлаш

Қуввати 30 кВт бўлган компрессорнинг асинхрон моторининг номинал иш режимидаги қувват исрофлари ҳисобланади. Ишга тушириш вақтидаги статор чулғамидаги қувват исрофи ҳисобланади. Ишга тушириш вақти аниқланади.

2-амалий машғулот. Технологик машина электр юритмаларини тезлигини ростловчи частота ўзгарткичларини ҳисоблаш ва танлаш

Вентиляторнинг статик тавсифи ҳисобланади, қуввати 15 кВт бўлган асинхрон мотори табиий ва турли частота қийматлари учун механик тавсифлари ҳисобланади ва тавсифлари курилади.

3-амалий машғулот. Технологик машина электр юритмаларини тезлиги ростланмайдиган экстремал бошқариладиган асинхрон электр юритма кўрсаткичларини ҳисоблаш

Иссиқлик электр станцияларида ишлатиладиган таъминловчи насос курилмасининг қуввати 5000 кВт бўлган асинхрон моторининг частотанинг турли қийматлари учун механик тавсифлари ҳисобланади ва тавсифлари курилади ва энергетик кўрсаткичларининг қийматлари ҳисобланади.

4-амалий машғулот. Мустақил иш мавзуси: Технологик машина электр юритмаларида қувват исрофини ҳисоблаш.

Турбомеханизмлар асинхрон электр юритмалари моторини ҳисоблаш ва танлаш, статик тавсифларини ҳисоблаш ҳамда уларнинг графикларини куриш.

ТАЪЛИМНИ ТАШКИЛ ЭТИШНИНГ ШАКЛЛАРИ

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутати.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- якка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

Гуруҳларда ишлаш – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан – 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. *Бир турдаги гуруҳли иш* ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топширик

бажаришни назарда тутади. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутади.

Якка тартибдаги шаклда - ҳар бир таълим олувчига алоҳида- алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

№	Баҳолаш мезони	Баллар	Максимал балл
1	Кейс	1.5 балл	2.5
2	Мустақил иш	1 балл	

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

“БИЛАМАН – БИЛИШНИ ХОХЛАЙМАН – БИЛИБ ОЛДИМ” МЕТОДИ

Б-Б-Б методи – *Биламан/ Билишни хоҳлайман/ Билиб олдим. Мавзу, матн, бўлим бўйича изланувчиликни олиб бориши имконини беради.*

Тизимли фикрлаш, тузилмага келтириши, таҳлил қилиш кўникмаларини ривожлантиради.

Талабалар:

- 1. Жадвални тузиши қондаси билан танишадилар. Алоҳида /кичик гуруҳларда жадвални расмийлаштирадилар.*
- 2. “Мавзу бўйича нималарни биласиз” ва “Нимани билишни хоҳлайсиз” деган саволларга жавоб берадилар (олдиндаги иш учун йўналтирувчи асос яратилади). Жадвалнинг 1 ва 2 бўлимларини тўлдирадилар.*
- 3. Маърузани тинглайдилар, мустақил ўқийдилар.*
- 4. Мустақил/кичик гуруҳларда жадвалнинг 3 бўлимни тўлдирадилар.*

Методнинг мақсади – таълим олувчиларнинг рефлексив қобилиятларни, янги мавзунини ўрганиш, ушбу мавзуга ўз фикрини билдириш ва унинг мазмунини англаш қобилиятларинини ривожлантиришдир.

Ушбу метод талабаларни ўқитувчи ва бошқа тингловчилар билан ҳамкорликда ишлашга ва танқидий фикрлашга ундайди.

Б-Б-Б методини янги мавзунини ўқишдан аввал қўллаш ва мавзуга оид адабиётлар рўйхатини ва бошқа манбаларни айтиб ўтиш мақсадга мувофиқдир.

Мавзуга қўлланилиши:

Талабаларда мавзу бўйича қуйидаги савол берилади ва талабалар саволларга қараб жадвални тўлдирадилар.

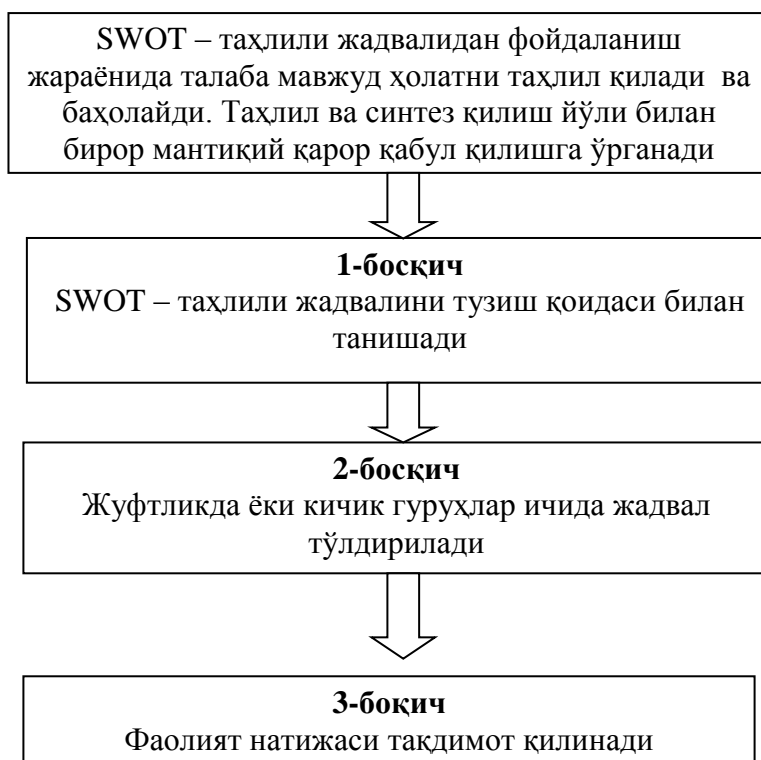
Ривожланган ва ривожланаётган давлатлар учун халқаро талаблар

Биламан	Билишни хоҳлайман	Билиб олдим
1. Электр энергия таъминотининг частотасига қўйилган талаблар. 2. Электр энергия таъминотининг кучланишига қўйилган талаблар.	1. Электр жихозларни оптималь бошқариш алгоритми 2. Юқори гармоникаларининг электр жихозлари	1. Тўғри тармогининг сифатига қўйиладиган талаблар 2. Энергия самарадор электр моторларни қўллаш. 3. Электр юритманиннг оптималь энергетик параметрларини таъминловчи Оптималь бошқариш алгоритмларини қўллаш.

“SWOT-ТАҲЛИЛ” МЕТОДИ.

Методнинг мақсади: мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқали муаммони ҳал этиш йўллари топишга, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолашга, мустақил, танқидий фикрлашни, ностандарт тафаккурни шакллантиришга хизмат қилади.

	Кучли томонлари	Заиф томонлари
	Имкониятлар "O" — OPPORTUNITIES	Тусиқлар "T" — THREATS
Ташқи муҳит		
Ички муҳит	Афзалликлар "S" — STRENGTH	Камчиликлар "W" — WEAKNESS



Мавзуга қўлланилиши:

Электр механик тизимлар учун функционал схемасининг SWOT таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

S	Электр механик тизимлар учун функционал схемаси фойдаланишнинг кучли томонлари	Ташкил этувчи элементларининг Open source (очик кодли), сонининг кўплиги
W	Электр механик тизимлар учун фойдаланишнинг кучсиз томонлари	Электр механик тизимнинг виртуал машина орқали ишлаши.
O	Электр механик тизимлар фойдаланишнинг имкониятлари (ички)	Элементларининг ўзаро боғланиши имкониятлари кенг.
T	Тўсиқлар (ташқи)	Маълумотлар хавфсизлигининг тўлақонли таъминланмаганлиги.

«ХУЛОСАЛАШ» (РЕЗЮМЕ, ВЕЕР) МЕТОДИ

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айтилган пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантикий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўқувчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустақамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Методни амалга ошириш тартиби:



тренинг-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари таъширилган тарқатма



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрафлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади:



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилди. зарурий ахборотли билан таълиқилди ва мавзу

Мавзуга қўлланилиши:

Электромеханик тизимлар					
Г-М тизими		КУ-М тизими		ЧУ-М тизими	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
Хулоса:					

“АССЕСМЕНТ” МЕТОДИ

Методнинг мақсади: мазкур метод таълим олувчиларнинг билим даражасини баҳолаш, назорат қилиш, ўзлаштириш кўрсаткичи ва амалий кўникмаларини текширишга йўналтирилган. Мазкур техника орқали таълим олувчиларнинг билиш фаолияти турли йўналишлар (тест, амалий кўникмалар, муаммоли вазиятлар машқи, қиёсий таҳлил, симптомларни аниқлаш) бўйича ташхис қилинади ва баҳоланади.

Методни амалга ошириш тартиби:

“Ассесмент” лардан маъруза машғулотларида талабаларнинг ёки қатнашчиларнинг мавжуд билим даражасини ўрганишда, янги маълумотларни баён қилишда, семинар, амалий машғулотларда эса мавзу ёки маълумотларни ўзлаштириш даражасини баҳолаш, шунингдек, ўз-ўзини баҳолаш мақсадида индивидуал шаклда фойдаланиш тавсия этилади. Шунингдек, ўқитувчининг ижодий ёндашуви ҳамда ўқув мақсадларидан келиб чиқиб, ассесментга қўшимча топшириқларни киритиш мумкин.

Мавзуга қўлланилиши:

Ҳар бир катакдаги тўғри жавоб 5 балл ёки 1-5 балгача баҳоланиши мумкин.

ТЕСТ:

Саноат қурилмала-рида қандай турдаги асинхрон электр юритмалар қўлланилади?

- Тезлиги ростланадиган, ростлан-майдиган, кўп моторли
- Тезлиги ростланади-ган, ростлан-майдиган
- Тезлиги ростланади-ган, кўп моторли
-

ТЕСТ:

Саноат қурилмала-рида қандай турда-ги тезлиги ростлан-майдиган асинхрон электр юритмалар қўлланилади?

- Кучланиш ростлагичли, релели-контакторли
- Кучланиш ростлагичли
- Релели-контакторли

“ИНСЕРТ” МЕТОДИ

Методнинг мақсади: Мазкур метод ўқувчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билмларни ўзлаштирилишини енгиллаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод ўқувчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методни амалга ошириш тартиби:

- ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпут-матнни тарқатма ёки тақдимот кўринишида тайёрлайди;
- янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намоёниш этилади;
- таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар. Матн билан ишлашда талабалар ёки қатнашчиларга қуйидаги махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади:

Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“√” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“–” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

Белгиланган вақт якунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

Мавзуга қўлланилиши:

Стандарт ва янги серия асинхрон моторлардаги асосий қувват исрофларининг қиёсий тавсифи ва тақсимланиши

№	Асосий қувват исрофлари	Стандарт асинхрон мотор (% ларда)	Янги сериядаги асинхрон мотор (% ларда)
1	Статор ва ротор чулғамларидаги актив қувват исрофлари	50	47
2	Магнит тизимидаги қувват исрофлари	30	25
3	Механик қувват исрофлари	5	5
4	Қўшимча қувват исрофлари	15	8
5	Умумий қувват исрофлари	100	85

Стандарт ва янги сериядаги асинхрон моторлар энергетик кўрсаткичларининг қиёсий тавсифлари

Моторнинг номинал қуввати, кВт	Стандарт бўйича ишлаб чиқарилаётган мотор		Янги серияда ишлаб чиқарилаётган мотор	
	ФИК, %	$\cos \varphi$	ФИК, %	$\cos \varphi$
0,75	76	0,71	81,5	0,84
18,7	89	0,83	91,0	0,865

“ТУШУНЧАЛАР ТАҲЛИЛИ” МЕТОДИ

Методнинг мақсади: мазкур метод талабалар ёки қатнашчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича дастлабки билимлар даражасини ташхис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- ўқувчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- ўқувчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тулиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намойиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан узининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

Мавзуга қўлланилиши:

“Электр механик тизимдаги таянч тушунчалар таҳлили”

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
Куч схема	Бошқарилувчи ўзгарткичнинг асосий қисми	
Ўлчов ўзгарткичлар	Ток ва кучланиш ўлчов ўзгарткичлар	
Бошқарув тизими	Тиристорлар ёки куч транзисторлари ишлашини амалга оширувчи қурилма	
Трансформатор	Бошқарилувчи ўзгарткични тармоққа уловчи қурилма	

Изоҳ: Иккинчи устунчага қатнашчилар томонидан фикр билдирилади. Мазкур тушунчалар ҳақида қўшимча маълумот глоссарийда келтирилган.

“БЛИЦ-ЎЙИН” МЕТОДИ

Методнинг мақсади: ўқувчиларда тезлик, ахборотлар тизмини таҳлил қилиш, режалаштириш, прогнозлаш кўникмаларини шакллантиришдан иборат. Мазкур методни баҳолаш ва мустаҳкамлаш мақсадида қўллаш самарали натижаларни беради.

Методни амалга ошириш босқичлари:

1. Дастлаб иштирокчиларга белгиланган мавзу юзасидан тайёрланган топшириқ, яъни тарқатма материалларни алоҳида-алоҳида берилади ва улардан материални синчиклаб ўрганиш талаб этилади. Шундан сўнг, иштирокчиларга тўғри жавоблар тарқатмадаги «якка баҳо» колонкасига белгилаш кераклиги тушунтирилади. Бу босқичда вазифа якка тартибда бажарилади.
2. Навбатдаги босқичда тренер-ўқитувчи иштирокчиларга уч кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштиради ва гуруҳ аъзоларини ўз фикрлари билан гуруҳдошларини таништириб, баҳслашиб, бир-бирига таъсир ўтказиб, ўз фикрларига ишонтириш, келишган ҳолда бир тўхтамга келиб, жавобларини «гуруҳ баҳоси» бўлимига рақамлар билан белгилаб чиқишни топширади. Бу вазифа учун 15 дақиқа вақт берилади.
3. Барча кичик гуруҳлар ўз ишларини тугатгач, тўғри ҳаракатлар кетма-кетлиги тренер-ўқитувчи томонидан ўқиб эшиттирилади, ва ўқувчилардан бу жавобларни «тўғри жавоб» бўлимига ёзиш сўралади.
4. «Тўғри жавоб» бўлимида берилган рақамлардан «якка баҳо» бўлимида берилган рақамлар таққосланиб, фарқ булса «0», мос келса «1» балл қуйиш сўралади. Шундан сўнг «якка хато» бўлимидаги фарқлар юқоридан пастга қараб қўшиб чиқилиб, умумий йиғинди ҳисобланади.
5. Худди шу тартибда «тўғри жавоб» ва «гуруҳ баҳоси» ўртасидаги фарқ чиқарилади ва баллар «гуруҳ хатоси» бўлимига ёзиб, юқоридан пастга қараб қўшилади ва умумий йиғинди келтириб чиқарилади.
6. Тренер-ўқитувчи якка ва гуруҳ хатоларини тўпланган умумий йиғинди бўйича алоҳида-алоҳида шарҳлаб беради.
7. Иштирокчиларга олган баҳоларига қараб, уларнинг мавзу бўйича ўзлаштириш даражалари аниқланади.

Мавзуга қўлланилиши:

«Электр механик тизимни йиғиш ва созлаш» кетма-кетлигини жойлаштиринг.

Ўзингизни текшириб қўринг!

Ҳаракатлар мазмуни	Якка баҳо	Якка хато	Тўғри жавоб	Гуруҳ баҳоси	Гуруҳ хатоси
Электр механик тизим куч схемасини йиғиш					
Электр механик тизим бошқарув тизимини йиғиш					
Электр механик тизимни трансформатор воситасида тармоққа улаш					
Электр механик тизимни созлаш					
Электр механик тизимнинг чиқишва ростлаш тавсифлари кўрсаткичларини тажриба йўли билан олиш					
Электр механик тизимини ишлатиш бўйича йўриқнома яратиш					

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга оширишда энергия тежамловчи технологияларни амалиётда қўллаб саноат ускуналари ва энергия самарадорлигини ошириш бўйича ҳукумат қарорлари

Режа:

- 1.«Электр техникаси ва электр механикаси тизимлари учун энергия тежамкор технологиялар ва усуллар» фанининг предмети ва вазифалари
- 2.Энергия тежамловчи технологияларни оммавий технология машиналарда қўллашнинг аҳамияти
- 3.Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга ошириш бўйича ҳукумат қарорлари

Таянч сўз ва иборалар: энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

1.1 «Электр техникаси ва электр механикаси тизимлари учун энергия тежамкор технологиялар ва усуллар» фанининг предмети ва вазифалари

Техник тараққиётнинг ривожланиб бориши ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида технологик жараёнларни автоматлаштириш ва механизациялаш, табиийки электр энергияга бўлган талаб ва эҳтиёжнинг тинмай ошишига олиб келади.

Саноат, қишлоқ хўжалиги ва шунингдек ноишлаб чиқариш соҳаларининг электр энергияга бўлган эҳтиёжлари кундан-кунга ошиб бормоқда. Аммо электр энергиянинг табиий энергетик манбалари бўлмиш газ, нефть ва кўмир захиралари эса камайиб бормоқда. Бундан ташқари, бу ёқилғи турларини қазиб олиш ва қайта ишлаб электр энергия олиш учун сарф бўладиган сармоялар миқдори ҳам ошиб бормоқда. 1973 – 74 йилларда бутун дунёни кенг қамраб олган энергетик кризис айниқса бу муаммонинг қанчалик долзарб эканлигини яққол кўрсатди. Ривожланган мамлакатларда органик ёқилғи ва электр энергияни иқтисод қилиш мақсадида зудлик билан давлат дастурлари қабул қилинди ва амалга ошира бошланди.

Саноати ривожланган мамлакатларда олиб борилган илмий тадқиқотлар ёқилғи ва энергия ресурсларини иқтисод қилиш имкониятларининг катта эканлигини кўрсатди. Европа иқтисодий ҳамкорлиги (ЕИХ), Халқаро энергетика агентлиги (ХЭА) ва Иқтисодий ҳамкорлик ва ривожланиш ташкилоти (ИХРТ) нинг ҳисоб-китобларига қараганда энергетика ресурсларини қазиб чиқаришдан то «фойдали энергия» тури сифатида истеъмолчиларга етиб келиши оралиғида 70% исроф бўлиб, фақат 30% игина истеъмолчиларга «фойдали энергия» сифатида етиб келар экан. Агар статистик материалларга қарайдиган бўлсак, 1978 йилда сарф бўлган 5 млрд. тонна шартли ёқилғининг 1,5 млрд. тоннасигина «фойдали энергия» сифатида истеъмолчига етиб келган холос.

ХЭА маълумотларига кўра 1985 йилда шу ташкилотга қирувчи саноати ривожланган 20 давлатда энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш тўғрисидаги дастур бўйича амалга оширилган тадбирлар натижасида энергия исрофини 15% га камайтиришга эришилган.

«Электр техникаси ва электр механикаси тизимлари учун энергия тежамкор технологиялар ва усуллар» фанининг олдида қўйилган вазифаси ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида қўлланиладиган электр механик тизимларнинг иш режимларининг асосий кўрсаткичи бўлган энергетик кўрсаткичларини электр мотор ўқидаги ҳақиқий механик қуввати учун оптимал бўлган қийматларига мос бўлган қийматларга келтириб уларни бошқаришдан иборат. Бунинг учун энергия тежамкор технологияларни яратиш ва

ишлаб чиқаришда электр механик тизимларни бошқаришда қўллаш зарур. Энергия тежамкор технологияларининг асосини замонавий бошқарилувчи ўзгармас ва ўзгарувчан ток ўзгарткичлари ташкил этиб, уларнинг бошқариш тизимлари микропроцессорли бошқаришга асосланган бўлиши керак. Бу бошқарилувчи ўзгарткичларни энергия тежамкор иш режимларида бошқариш учун технологик жараёндан келиб чиққан ҳолда дастурлар тузиш ҳамда улар асосида уларни бошқариш талаб этилади.

1.2 Энергия тежамловчи технологияларни оммавий технология машиналарда қўллашнинг ахамияти

Маълумки, ҳозирда деярли барча технологик ва электр техник қурилма ва машиналарнинг ижрочи органларини электр моторлар ташкил этади. Бутун дунёда ишлаб чиқариладиган электр энергиянинг деярли 60% асинхрон моторларда механик энергияга ўзгартирилади. Ҳозирда ярим ўтказгич техникасининг ривожланиш натижасида катта ток ва кучланишда ишлайдиган транзисторларнинг пайдо бўлиши ҳамда микропроцессорли тизимларнинг қўлланиш доираси ошиб бориши натижасида бошқарилувчи ўзгармас ток электр юритмаларнинг қўлланиш доираси торайиб бориши ҳисобига ўзгарувчан ток электр юритмалари қўлланиш доираси кенгайиб бормоқда, хусусан асинхрон электр юритмалар ҳисобига. Маълумки, асинхрон моторларнинг конструктив тузилиши ўзгармас ток моторланикига нисбатан бирмунча содда ва нархи деярли уч барабар арзон. Ўзгарткич техникаси ва микроэлектрониканинг ривожланиши суръатининг тезлиги ҳисобига ярим ўтказгичли ўзгарувчан ток бошқарилувчи ўзгарткичларнинг таннархи тушиб боришига олиб келмоқда ва натижада ўзгармас ток электр юритмалари қўлланиладиган технологик машиналар ва электр техник қурилмаларда асинхрон электр юритмалар қўлланиши ошиб бормоқда [1]*.

Маълумки, асинхрон моторлар **ротори қисқа туташтирилган ва фаза роторли** турларга бўлинади. Асинхрон моторларнинг тезлигини, қутбдар жуфтлиги сонини ўзгартириб, статор чулғамига берилаётган кучланишни ўзгартириш, ротори чулғамига қўшимча қаршилиқлар улаб, статор чулғами кучланиши (токи) частотасини ўзгартириб ростлаш мумкин. Бу тезликни ростлаш усуллари ичида статор кучланиши (токи) частотасини ўзгартириб асинхрон мотор тезлигини энг иккисодий жиҳатдан энг маъқул усулдир.

Бу усулда асинхрон моторларнинг тезлигини ростлаш дунё амалиётида жуда кенг қўлланилиб келмоқда. Ўтган асрнинг эллигинчи йилларида Ўзбекистон фанлар Академиясининг “Энергетика ва автоматика” илмий-текшириш институти илмий ходимларининг акад. Хомидхонов М.З. раҳбарлигидаги тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмаларининг назарий асосларини яратиш, тадқиқот қилиш ва ишлаб чиқаришга қўллаш бўйича олиб борилган ишлари жаҳон олимларнинг олиб бораётган илмий изланишлари билан бир қаторда бўлган эди. Натижада акад. Хомидхонов М.З. томонидан тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмаларни кенг илмий тадқиқот қилувчи илмий мактаб яратилди ва бу ўз навбатида Ўзбекистонда фан ва техниканинг ушбу соҳасининг ривожланишига олиб келди. Кадрлар тайёрланди, илмий мақолалар, моногафмялар чоп этилди.

Автоматик ростлаш тизимларини қўллашнинг қуйидаги истиқболли йўналишларини белгилаш мумкин:

- Контурлари ўз-ўзига бўйсунувчи тизимлар: электр юритмаларнинг ҳар бир координаталарининг (момент, ток, тезлик ва хк.) алоҳида махсус ростлагичлар орқали

* [1]. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. P. 1-2.

бошқариш. Бу электромеханик тизимларнинг ишини аниқ бажарилиши ва юқори самарадорлигини эришиш таъминлайди.

- Рақамли бошқариш тизимлари: технологик жараённинг тез кечиши, қувват исрофининг камайиши ва энергия самарадорлигининг ортишига эришилади.

- Энергия самарадор элементлар базасидан фойдаланиш: энергия самарали электр моторлар, ўзгармас ток магнит асосидаги синхрон реактив моторлар, вентилли моторлар ва х.к. Бу элементлардан фойдаланиш тизимнинг ишончли ва сифатли ишлашига, узок вақт хизмат қилишига асос бўла олади.

- Энергия самарадор статик ўзгарткичлар: кучланиш ўзгарткичлари, частота ўзгарткичлари ва х.к.

- Бошқарув усулининг энергия самарали турлари: амплитудали бошқариш ўрнига кенг импульсли роллаш тизими ва кенг импульсли модуляция тизими.

Шу ўринда ўйидаги ишлаб чиқарувчиларнинг техник махсулотлари намуна бўла олади:

- SOLCON (Исроил),
- TOSHIBA (Япония),
- SIEMENS (Германия),
- DELTA (Хитой),
- ABB (Европа) ва бошқ.

1.3 Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга ошириш буйича ҳукумат қарорлари

Ўзбекистон Республикаси мустақиллика эришгандан сўнг МДХ давлатлари ичида биринчилардан бўлиб 1997 йили «Энергиядан рационал фойдаланиш тўғрисида» Қонун ва уни ҳаётга татбиқ қилиш учун давлат Дастури қабул қилинди, Бу Дастурдан ўрин олган энергия тежамкорлик йўналишидаги барча тадбирлар изчиллик билан амалга оширилиб келмоқда. Бу қабул қилинган Қонун энергетика ресурсларидан фойдаланиш ва ишлаб чиқаришнинг ҳамма соҳаларида барча энергия турларидан тежамкорлик билан фойдаланиш ва шунингдек энергетиканинг шу долзарб соҳаси бўйича кадрлар тайёрлаш учун ҳам ҳукуқий асос бўлиб хизмат қилмоқда.

2015 йил 5 май № Ўзбекистон республикаси Президентининг ПП-2343 Фармони «2015 – 2019 йилларда иқтисодиётнинг барча соҳалари ва ижтимоий турмушда энергия истеъмолини камайтириш ва энергия тежамкор технологияларни қўллаш» эълон қилинди. Бу фармонда саноат қурилмалари ва технологик қурилма ва тизимларда энергиядан самарали фойдаланиш усуллари ва уни ташкил этиш ҳамда ноанъанавий тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш асослари кўрсатиб берилган.

Ҳозирда Ўзбекистонда ноанъанавий электр энергия манбаларини ўзлаштириш бўйича амалий ишлар олиб борилмоқда. Қуёш энергиясидан фойдаланиш мақсадида катта лойиҳалар бажарилмоқда. Катта қувватли қуёш батареяларида ишлайдиган станцияларнинг намунавий электр стациялар Самарқанд вилоятида қурилиши мўлжалланмоқда. последующий период.

Назорат саволлари:

1. «Электр техникаси ва электр механикаси тизимлари учун энергия тежамкор технологиялар ва усуллар» фанининг предмети ва вазифаларини тушунтириб беринг.
2. Энергия тежамловчи технологияларни қўллашнинг ахамияти.
3. Ўзбекистонда энергия тежамкорликни амалга ошириш бўйича қандай ҳукумат қарорлари қабул қилинган?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. И.А.Каримов. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. “Ўзбекистон”. –Т.: 2011.- 440 б.
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2-nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.

2-мавзу: Паст кучланишли умумсаноат электр қурилмаларида энергия тежамкорликка эришишнинг умумий йўналишлари ва ташкил этиш асослари

Режа:

1. Энергия тежамкорликка эришишнинг асосий йўналишлари
2. Ривожланган ҳорижий ишлаб чиқарувчиларнинг энергия тежамкор технологиялари
3. Саноат қурилмалари юкланганлик даражасининг энергетик самарадорлигига таъсири

Таянч сўз ва иборалар: энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

2.1. Энергия тежамкорликка эришишнинг асосий йўналишлари

Жамият тараққиётининг объектив қонуниятлари меҳнатнинг энергия билан таъминланиш даражасининг тинмай ўсиб боришини тақозо қилади. Бунда техник тараққиётнинг кўпгина йўналишлари ишлаб чиқаришда энергиядан фойдаланишнинг самарадорлигини оширишга, яъни энергия тежамкорлигига қаратилгандир.

Ишлаб чиқаришда энергиядан тежамкорлик билан фойдаланишни амалга ошириш, одатда икки йўналишда олиб борилади.

Биринчи йўналиш – ишлаб чиқарилаётган тайёр маҳсулотга тўғри келадиган энергия миқдори қийматини камайтириш, яъни органик ва ядро ёқилғи, электр ва иссиқлик энергияларини иқтисод қилишдан иборатдир. Бунинг учун қуйидагиларни амалга ошириш мақсадга мувофиқ бўлади:

– технологик ва ишлаб чиқариш интизомини юқори даражага кўтариш ва энергия ресурсларидан тежамкорлик билан фойдаланиш;

– иссиқлик ва электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш, ўзгартириш, сақлаш ва истеъмолчиларга тарқатишдаги содир бўладиган исрофгарчиликларни камайтириш;

– асосий энергетик ва технологик қурилма ва мажмуаларни янгилаш, қайта қуриш ва замонавий энергия тежамкор бўлган қурилма ва мажмуалар билан алмаштириш;

– саноатнинг кам энергия сарф бўладиган тармоқларини ривожлантириш, машинасозлик маҳсулотлари сифатини ҳамда ишлаш муддатларини ошириш, материаллар сарфини камайтириш, энергия тежамкорлигига қаратилан ишлаб чиқаришнинг ички бошқарув тизимларини такомиллаштириш.

Иккинчи йўналиш – энергетика ишлаб чиқариш тизимларининг ўзини ва энергетика балансини такомиллаштириш, иш унумдорлигини ошириш, шунингдек қиммат ва ноёб материалларнинг ўрнини босадиган, нисбатан арзон ва ноёб бўлмаган материаллар билан алмаштириш натижасида энергетика хўжаликларида иқтисодий самарадорликка эришиш. Қўшимча энергоресурслардан фойдаланиш натижасида ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг сифати, ишончлилиги ва ишлаш муддатининг ошиши ёки истеъмолчиларнинг талабларини қондирадиган янги маҳсулотларни ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш, меҳнат муҳофазаси ва иш шароитларини яхшилаш, инсонларнинг турмушини яхшилаш ва экологик муҳитга бўладиган салбий таъсирларни камайтириш каби натижаларга интилиб, иқтисодий самарадорликка эришиш учун зарур бўлган ҳаракатлар ҳам шу йўналишга қаради. Иқтисодий самарадорлик қилинадиган сарфлардан юқори бўлган ҳолдагина бундай саъйи ҳаракатлар энергия тежамкорлик ёки ресурс тежамкорлик характерига эга бўлади.

Истеъмолда бўлган маҳсулотлар ўрнига қўшимча энергия сарф қилиб ўрнига – ўрин мос материаллар ишлаб чиқариб, бу янги материалларни ишлаб чиқаришда

қўллаш энергия ресурс иқтисодига ва ишлаб чиқариладиган ҳаражатларни камайтириши натижасида иқтисодий самарадорликнинг ошиши, сарф бўлган қўшимча энергия нархидан юқори бўлсагина, бу ҳаражат энергия тежамкорлигига киради.

Энергия тежамкорлик сиёсати ишлаб чиқаришнинг умумий самарадорлигини ошириш воситаси сифатида энергия ишлаб чиқариш ва истеъмолчиларнинг бундан унумли фойдаланишларигача бўлган барча кенг кўламдаги ҳаракатларни ўз ичига олади.

Жамиятнинг иссиқлик ва электр энергияга бўлган ҳақиқий эҳтиёжи, унинг ҳаёт тарзи, иклимий шароити ва техник ривожланиш даражаси билан белгиланади. Энергоресурларнинг энг охириги бўғинидаги ўзгартирилган сўнгги энергиянинг бевосита технологик қурилма ва мажмуаларда, маиший ҳаётда ва транспортда қўлланиши билан эса жамиятнинг тараққий этганлик даражаси белгиланади.

Ишлаб чиқаришнинг энергияга бўлган эҳтиёжини ўзгартириш учун жамиятнинг ноэнергетик ишлаб чиқариш кучларига таъсир қилмоқ керак. Истеъмолчиларнинг энергияни иқтисод қилиши том маънодаги энергия тежамкорлигини билдиради, яъни халқ хўжалигининг ҳақиқий энергия сарфи микдорини камайтириш демакдир.

Ишлаб чиқаришнинг барча сохаларида энергия тежамкорлигига эришишда фан ва техниканинг роли бекиёсдир. Яъни энергия тежамкор технология ва жараёнларни ишлаб чиқаришда қўлланиши, албатта илмий изланишларнинг натижаси бўлмоғи керак. Жумладан, электр энергиядан унумли фойдаланиш авваламбор электр юритмаларда энергия тежамкор моторларни қўллаш, юкланишларни ростлаш, юкланиш даражасига қараб истеъмол қилинаётган актив ва реактив қувватини ростлаш, қувват исрофини камайтириш, оптимал бошқариш ва шу каби ўнлаб долзарб масалаларни ечимини топиш фақат илмий изланишлар ва конструкторлик фаолиятлар билан боғлиқдир.

Ишлаб чиқариш қурилма ва машиналарида электр энергияни **пассив иқтисод қилиш** тушунчаси, бу – электр юритмалар учун қўшимча сармоялар сарф қилмасдан электр энергиядан самарали фойдаланиш демакдир. Бундай иқтисод қилишни турлари қуйидагилардан иборат бўлиши мумкин:

Электр тармоғидан истеъмолчиларга узатилаётган электр энергия кўрсаткичларининг Давлат стандартларига мос бўлиши, қувват бўйича тўғри танланган электр моторларини энергия тежамкорлик режимига жуда яқин режимда ишлаши имконини яратади. Шунини эътироф этиш керакки, ҳозирги пайтга келиб кучланиш, частота, амплитуда ва ҳ. к. кўрсаткичларнинг рухсат этилган қийматлари энергия тежамкорлик нуқтаи назаридан замон талабларига мос келмай қолган ва бу соҳада янги Давлат стандартлари қабул қилиш мақсадга мувофиқ келади.

Ишлаб чиқариш қурилма ва машиналарнинг электр қийматлари электр моторларини қуввати бўйича тўғри ва ишлаб чиқариш шароитига мос келувчи электр моторлар танлаш энергия тежамкорлик нуқтаи назаридан муҳим масаладир. Танланган моторни ишлатишда юқори Ф.И.К. да бўлишига эришиш мақсад қилиб қўйилган бўлиши керак. Моторнинг юкланиш моменти ва механик тавсифи асосий мезон бўлади.

Юкланишнинг турғун моменти моторда турғун иссиқлик режимини юзага келтиради. Мотор паспортида келтирилган номинал қувват моторнинг рухсат этилган даражадан қизишини таъминлайди ва қўлланилган изоляция синфига тўғри келадиган хароратдан ошиб кетмасдан узоқ муддат ишлашини кафолатлайди. Мотордаги қувват исрофи натижасида ҳосил бўладиган турғун қизиганлик даражаси унинг ишлаш муддатига албатта таъсир қилмайди.

Бироқ мотор паспортидаги қувват ишлаб чиқариш қурилмаси ёки машинасининг юкланиш қувватига ҳамиша ҳам мос келавермайди. NEMA стандартлари бўйича

ҳимояланган моторлар учун номинал юкланганлик коэффиенти 1,15 га тенгдир, яъни қисқа муддатга моторларни шунча марта ортик қувватли режимда ишлатишга рухсат этилади. Моторнинг қизиши эса рухсат этилган ҳароратдан ошмайди. Бу эса истеъмолчига иқтисодий нуқтаи назардан маъқул мотор танлаш имконини беради. Моторнинг юкланганлик коэффиентида тўғри фойдаланганда нархи пастроқ бўлган моторни қўллаб ҳам электр энергиядан иқтисод қилиш мумкин.

Электр энергияни актив иқтисод қилиш пассив иқтисод қилишдан фарқи шундаки бу жараён қўшимча техник восита ва мосламалар ёрдамида ишлаб чиқариш қурилма ва машиналарда электр энергиядан янада самарали фойдаланиш имконини яратишдан иборатдир. Ўз навбатида электр энергиядан актив иқтисод қилиш электр юритмалардаги юкланишларни ростлаш, оптимал бошқариш ва салт юришни чегаралаш каби вазифаларни қўшимча техник воситалар ёрдамида бажаришга бўлинади. Бундан ташқари ишлаб чиқариш қурилма ва машиналарнинг тезлиги ростланмайдиган электр юритмаларини тезликлари ростланувчи электр юритмалар билан алмаштириш электр энергияни актив иқтисод қилиш асосини ташкил этади. Тезлиги ростланадиган ва ростланмайдиган электр юритмаларнинг энергетик кўрсаткичлари юкланганлик даражасига қараб оптималлаштирувчи техник воситалар ёрдамида электр энергияни иқтисод қилиш алоҳида бир йўналиш бўлиб, бу соҳада кенг имкониятлар мавжудлигини кўрсатади.

Мавжуд ишлаб турган моторларни энергия тежамкор моторларга алмаштирилиб, электр юритманинг бошқарув қисмини ўзгартирмаган ҳолда ишлатиш натижасида энергия тежаш мумкин.

2.2 Ривожланган хорижий ишлаб чиқарувчиларнинг энергия тежамкор технологиялари [2]*†

Ўтган асрнинг саксонинчи йилларидан бошлаб АҚШ, Германия, Англия, Франция, Япония ва бошқа саноати ривожланган мамлакатларда ФИК ва қувват коэффиентилари юқори бўлган асинхрон моторларни лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш ишлари амалга ошира бошланди. Бундай энергия тежамкор асинхрон моторларни лойиҳалашда улардаги қувват исрофларини камайтириш асосий мезон бўлди.

Асинхрон моторларни лойиҳалаш жараёнида унинг асосий таркибий қисмларида содир бўладиган қувват исрофларини камайтириш учун қуйидаги мураккаб ва кўпинча бири-бирига зид бўлган техник ечимларни топиш талаб этилади:

статор чулғамларидаги симларнинг кўндаланг кесим юзаларини катталаштириш ҳисобига чулғамларнинг актив қаршилигини камайтириш ва натижада статор чулғамларидаги актив қувват исрофини камайтиришга эришилади. Бу усулнинг асосий камчилиги – чулғам симларининг статор ариқчаларига жойлаштириладиган ҳажми ошиши натижасида моторнинг геометрик ўлчамлари катталашади;

статор ариқчаларидаги ўрамлар сонини камайтириш натижасида статор чулғамларидаги актив қувват исрофини камайтиришга эришилади. Бу усулнинг камчилиги – магнит индукциясининг юқорироқ даражада бўлиши ва ишга тушириш токининг катта бўлишидир. Магнит индукциясининг ошиши мотор магнит тизимида қувват исрофининг ошишига ва қувват коэффиентидаги камайишига олиб келади. Иккинчи томондан асинхрон мотор магнит майдонининг кучланганлиги ротордаги қувват исрофининг камайишига олиб келади. Агар ўрамлар сонини камайтириш сонини оптимал қийматгача камайтирсак, натижада моторнинг ФИК ошишига эришилади;

* [2]. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. P. 1-2.

ротор ва статор орасидаги ҳаволи тиркич ўлчамини ошириш ҳисобига магнит майданининг юқори частотали гармоник ташкил этувчилари ҳосил қиладиган қувват исрофлари қиймати камаяди. Бироқ ҳаволи тиркич ўлчамининг ошиши қувват коэффицентининг камайишига сабаб бўлади;

таркибида кремний кўп бўлган электротехник пўлат листлардан тайёрланган магнит ўзакларни қўллаш гистерезис қувват исрофларининг камайишига олиб келади. Бундай пўлатнинг магнит қаршилиги углеродли пўлатга нисбатан юқорироқ бўлади. Бундай технологик ечимнинг камчилиги – мотор қувват коэффицентининг бироз камайиши; моторнинг магнит ўзаклари учун жуда юпқа пўлатларни қўллаш, уярма тоқлардан ҳосил бўладиган қувват исрофларининг камайишига олиб келади;

ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларнинг роторлар учун мавжуд бўлган кўндаланг кесими катта бўлган стерженларни қўллаш, уларнинг электр ўтказувчанлигини оширади ва пировардида ротордаги актив қувват исрофлари камаяди. Қисқа туташтирилган ротор қаршилигининг қиймати моторни ишга тушириш тоқи ва моментига катта таъсир этади. Мотор ҳосил қиладиган айлантириш momenti ҳамда ишга тушириш кучланиши (ишга тушириш тоқининг жуда катта қийматга эга бўлиши ҳисобига) шундай қийматгача камайиши мумкинки, натижада мотор номинал тезлигигача ета олмай қолади;

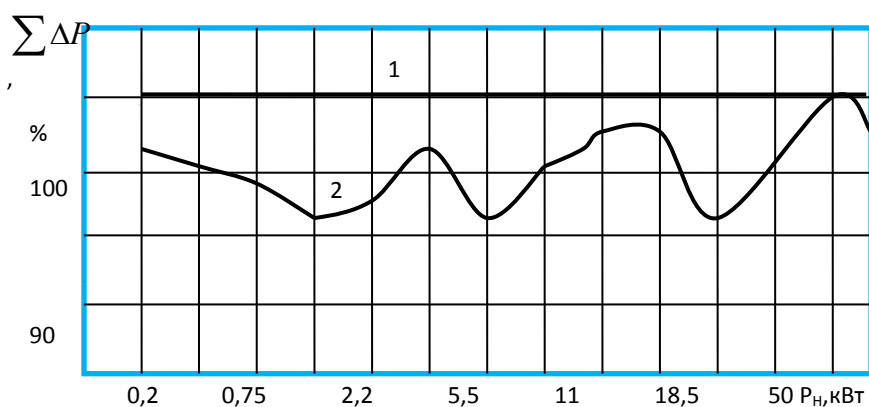
ротор ариқчалари жойлашиши номослигини йўқотиш қўшимча қувват исрофларининг камайишига олиб келади. Бу номослик одатда баъзи гармоникаларни йўқотиш ёки таъсирини камайтириш мақсадида атайлаб қилинади. Аммо ротордаги ариқчалар жойлашуви номуносиблигини бутунлай йўқотиш, мотор ишлаётганида ҳосил бўладиган шовқин даражасининг 2-5 дБ гача кўтарилиб кетишига сабаб бўлиши мумкин;

ротор стерженлари изоляциясининг юпқа пластинкалардан тайёрланиши, ротордаги силжиш тоқларининг камайишига олиб келади ва натижада ротордаги электр энергия исрофи камаяди. Ротор чулғами алюминий стерженлардан иборат бўлганида, бу стерженларнинг магнит ўзагига ўрнатишдан аввал анодлаштирилиши натижасида уларнинг юзаси юпқа пўлат пластинкалар билан қопланади.

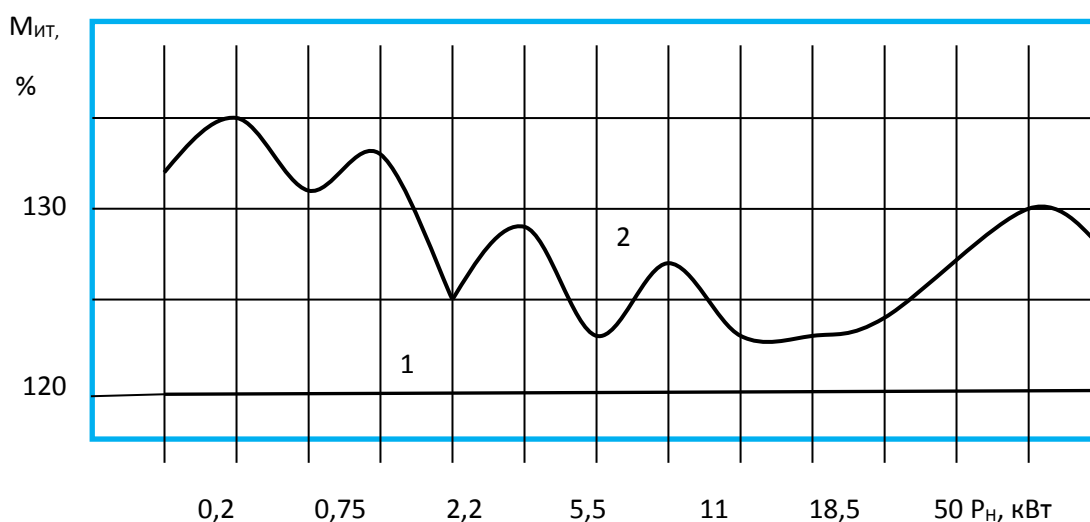
Масалан, ҳозирда Toshiba (Япония) фирмаси уч фазали асинхрон моторларнинг янги энергетик кўрсаткичлари юқори бўлган сериясини ишлаб чиқариб, истеъмолчиларга етказиб бермоқда. Бу асинхрон моторларни ишлаб чиқаришда юқори сифатли ва хусусиятлари яхшиланган электротехник пўлат ва изоляцион материаллардан фойдаланилганлиги ва шунингдек янги технологиянинг қўлланилиши сабабли моторларнинг ишга тушириш ва ишчи тавсифлари яхшиланган, тавсифларнинг стабиллиги оширилган, геометрик ўлчамлари ва оғирликлари бирмунча камайган.

Мотор станинаси қовурғаларининг узун ва калта ўлчамлардан иборат эканлиги ва уларнинг ўзаро кетма-кетликда жойлашганлиги станина иссиқлик узатиш юзасининг кенгайишига ва иссиқлик узатишнинг жадаллашишига олиб келган. Қовурғалар ва вентиляторнинг оптимал ўлчамлари ҳаво оқимининг шовқин даражасига таъсирини ҳисобга олган ҳолда танланган.

Бу янги серияда ишлаб чиқарилаётган моторларнинг асосий хусусиятларидан бири уларда қувват исрофи стандарт ишлаб чиқарилаётган моторларникига нисбатан 10-20% га кам ва шу билан бирга уларнинг момент тавсифлари яхшиланган (2.1– ва 2.2–расмлар).



2.1–расм. Янги серия бўйича ишлаб чиқарилаётган (2) ва стандарт (1) асинхрон моторлар қувват исрофларининг қиёсий тавсифлари



2.2–расм. Янги серия бўйича ишлаб чиқарилаётган (2) ва стандарт (1) асинхрон моторлар ишга тушириш моментлари минимал қийматларининг қиёсий тавсифлари

Стандарт ва янги серия электр моторларида қувват исрофларининг қандай тақсимланганлиги 2.1–жадвалда қиёсий тарзда келтирилган. Янги сериядаги асинхрон моторларда статор ва ротор чулғамларидаги ва пўлатидаги қувват исрофларини камайтириш мақсадида юқори сифатли пўлат турлари қўлланилган ва материаллардан унумли фойдаланиш коэффиценти оширилган.

Янги асинхрон моторларда статор арикчаларининг кўндаланг кесими юзаларини камайтириб, арикчаларнинг тўлдириш коэффиценти ошириш ҳисобига магнит ўзак кесим юзасини оширишга эришилган ва натижада қувват исрофи камайтирилган. Чулғамларни арикчаларга жойлаштиришда янги технологияни қўллаш натижасида арикчаларни тўлдириш коэффиценти 10-20% га ошишига эришилган ва натижада пўлатдаги қувват исрофлари 8% га камайган.

Янги сериядаги моторларда кўшимча қувват исрофларини камайтириш учун арикча изоляциясини тайёрлашда алоҳида технологиядан фойдаланилганлиги ва роторнинг ташқи юзаси қисман жилвирланганлиги сабабли бу қувват исрофларини қарийиб 7% га камайишига эришилган.

Янги сериядаги асинхрон моторларнинг ишончилигини ва ишлаш муддатини ошириш мақсадида Toscoat русумидаги юқори даражадаги ишончли изоляция қўлланилган. Подшипникларнинг узок муддат нормал иш режимида ишлаши юқори ҳароратга чидамли махсус мойлар билан мойлаб туриш ҳисобига эришилади.

2.5–жадвалда уч фазали, жуфт кутблар сони $2p = 4$ бўлган номинал қувватлари 0,75 кВт ва 18,7 кВт бўлган стандарт ва янги сериядаги асинхрон моторларнинг энергетик кўрсаткичларининг қиёсий тавсифлари келтирилган. Бу асинхрон моторларда ФИК ошиши чулғам қаршиликларини ва магнит тизимидаги қувват исрофларини камайтириш ҳисобига эришилган. Статор ва ротор ўзаклари юқори сифатли пўлатдан ясалган; статор ва ротор чулғамларида мис ва алюминий миқдори оширилган; арикчаларнинг ўлчамлари ва статор ва ротор оралигидаги ҳаволи тиркичнинг ўлчамлари оптимал қийматларга келтирилган.

2.1–жадвал

Стандарт ва янги серия асинхрон моторлардаги асосий қувват исрофларининг қиёсий тавсифи ва тақсимланиши

№	Асосий қувват исрофлари	Стандарт асинхрон мотор (% ларда)	Янги сериядаги асинхрон мотор (% ларда)
1	Статор ва ротор чулғамларидаги актив қувват исрофлари	50	47
2	Магнит тизимидаги қувват исрофлари	30	25
3	Механик қувват исрофлари	5	5
4	Қўшимча қувват исрофлари	15	8
5	Умумий қувват исрофлари	100	85

2.2–жадвал

Стандарт ва янги сериядаги асинхрон моторлар энергетик кўрсаткичларининг қиёсий тавсифлари

Моторнинг номинал қуввати, кВт	Стандарт бўйича ишлаб чиқарилаётган мотор		Янги серияда ишлаб чиқарилаётган мотор	
	ФИК, %	$\cos \varphi$	ФИК, %	$\cos \varphi$
0,75	76	0,71	81,5	0,84
18,7	89	0,83	91,0	0,865

Бу моторларнинг энергетик кўрсаткичлари юқори бўлиши билан бир қаторда кам қизийди (бу эса моторнинг ишлаш муддати узокроқ бўлишига олиб келади), ишлаганида кам шовқин чиқариб ишлайди, қувват коэффициенти моторга берилаётган кучланишнинг сифат кўрсаткичларига боғлиқлиги суст. Тўғри, стандарт моторларга нисбатан нархи юқори бўлади, аммо икки йил эксплуатация қилиниши давомида иқтисод қилинган электр энергия ҳисобига тўлиқ ўзини оқлайди.

Ҳозирда Франциянинг Jeumont-Schneider фирмаси ишлаб чиқараётган FNBB, TNBB, RNBB, Istand, TNCB, PNCB сериядаги асинхрон моторларнинг ҳамда Германиянинг Helmke ва Brown Boveri фирмалари ишлаб чиқараётган DSOR, DKOK ва бошқа сериядаги асинхрон моторларнинг, шунингдек Universal Electric (АҚШ) фирмаси каби ўнлаб электромашинасозлик соҳасидаги етакчи фирмалар ишлаб чиқараётган асинхрон моторларнинг фойдали иш ва қувват коэффициентлари стандарт асинхрон моторларникига нисбатан мос равишда 7-8% ва 18-21% гача юқоридир.

2.3 Саноат қурилмалари юкланганлик даражасининг энергетик самарадорлигига таъсири

Асинхрон мотор статори чулғамларини «учбурчак» уланишдан «юлдузча» уланишга ўтказиш, номинал юкланишдан анча кам юкланиш билан ишлаётган асинхрон моторларнинг қувват коэффициентини ошириш мақсадида қўлланилади. Шунда фаза кучланишининг $\sqrt{3}$ марта камайиши натижасида салт юриш токи ва реактив магнитланиш қуввати камаяди. Юкланишнинг ўзгармас қийматида кучланишнинг камайиши натижасида ротордаги токнинг қиймати ошади ва бундан ташқари тармоқ кучланиши билан келтирилган ротор токи орасидаги бурчак катталашади. Шу сабабли ҳам реактив сочилма қувват қиймати ошади. Бундан ташқари, ротор токининг ошиши ротор чулғамидаги қувват исрофининг ошишига ва пировардида ротор чулғамининг юқорироқ даражада қизишига сабаб бўлади. [3]†.

Статор токининг қиймати $I_1 = \sqrt{I_2^2 + I_\mu^2}$

эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак, моторнинг юкланиш даражасига қараб, статор чулғамларининг «юлдузча» уланишдаги қиймати «учбурчак» уланишдагига нисбатан катта ёки кичик бўлиши мумкин. Статор чулғамларини «юлдузча» уланишга ўтганимизда сирпанишнинг қиймати номинал қийматидан 3 мартадан ортиқ қийматга эга бўлади, бироқ моторнинг бурчак тезлиги сезиларли даражада ўзгармайди ва шунинг учун ҳам ишчи механизмнинг иш унумдорлигига сирпаниш ўзгаришининг таъсири кам бўлади.

Мотор ҳосил қилаётган моментнинг максимал қиймати 3 мартага камаяди. Шунинг учун, моторнинг турғун ишлашини таъминлаш мақсадида мотор валидаги юкланишни номинал қийматига нисбатан 3 марта камайтириш лозим. Шунда сирпанишнинг қиймати номиналга тенг бўлади ва ротор токи $\sqrt{3}$ мартага камаяди.

Агар мотор валидаги юкланиш ишлаши давомида силтаб ўзгармасдан сокин бўлиб турса, у ҳолда статор чулғамлари «юлдузча» уланганида, моторнинг юкланганлик хусусиятининг энг кичик қийматидан келиб чиққан ҳолда $b_C = 1,3 \div 1,4$ га тенг юкланганликда ишлатиш мумкин.

Бу ҳолда юкланиш моментининг энг катта қийматини аниқлашда ротор токининг қиймати номинал қийматидан ошиб кетмаслиги асос бўлиши керак ва у қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\mu_C = \frac{\sqrt{2b_H(b_H + \sqrt{b_H^2 - 1}) - 3}}{\sqrt{3}(b_H + \sqrt{b_H^2 - 1})}. \quad (2.1)$$

Номинал юкланишдан кам юкланиш билан ишлаётган асинхрон моторнинг статор чулғамларини «юлдузча» уланишга ўтказишнинг самарадорлигини аниқлаш учун албатта реактив ва актив қувват исрофларининг ўзгаришларини таҳлил қилиш зарур.

Статор чулғамларини «юлдузча» уланишга ўтказганимизда кучланишнинг $\sqrt{3}$ марта камайиши натижасида магнитланиш токи деярли 2 марта ва реактив магнитланиш қуввати ҳам деярли 3,5 мартага камаяди. Сочилма реактив қувватнинг қиймати эса кучланиш даражасининг 2 дан каттароқ қийматига тесқари пропорционал равишда 3 мартадан кўпроққа ошади.

Статор чулғамларини «юлдузча» уланишга ўтказганимизда, мотор валидаги юкланишнинг ўзгармас қийматида, статор пўлатидаги қувват исрофи ўртача 3 мартага камаяди,

† [3]. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. P. 2-5

ротордаги актив қувват исрофи эса ротор токининг ошиши ҳисобига ошиб кетади. Статор чулғамидаги актив қувватнинг ошиш ёки ошмаслиги статор токига боғлиқдир.

Бир нечта мисолларда статор чулғамларини «учбурчак» уланишдан «юлдузча» уланишга ўтказишнинг мақсадга мувофиқлиги ёки мувофиқ эмаслигини кўриб чиқамиз.

2.2 – мисол. Номинал қуввати $P_{1H} = 4,5$ кВт бўлган ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторнинг берилган номинал техник кўрсаткичлари қуйидаги қийматларга эга: $U = 380/220$ В; $I_{1H} = 9,36/16,2$ А; $\cos \varphi_H = 0,86$; $n_H = 1428$ айл/мин; $b_H = 2$; $I_{0H}/I_{1H} = 0,27$; $I_{2H}/I_{1H} = 0,9$. Қувват исрофлари: $\Delta P_{MEH} = 66$ Вт; $\Delta P_{PH} = 145$ Вт; қўшимча қувват исрофларини ҳам бирга ҳисоблаганда $\Delta P_{1H} = 371$ Вт; $\Delta P_{2H} = 229$ Вт. Статор чулғамлари «юлдузча» уланган асинхрон моторни 220 В кучланишли тармоққа улаганимизда $I_0 / I_{0H} = 0,128$ га тенг.

Мотор валидаги юкланиш $\mu_C = 0,5$ бўлганида статор чулғамларининг «учбурчак» ва «юлдузча» уланган ҳолатлари учун асинхрон мотордаги қувват исрофлари ва реактив қувват истеъмолларини ҳисоблаш талаб этилади.

(2.6) формула ёрдамида моторнинг момент бўйича юкланганлик кўрсаткичини ҳисоблаймиз:

$$b_C = b_H / \mu_C = 2 / 0,5 = 4.$$

(2.18) бўйича келтирилган ротор токининг нисбий қийматини ҳисоблаймиз:

$$\frac{I_2}{I_{2H}} = \sqrt{0,5 \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{4 + \sqrt{4^2 - 1}}} = 0,485.$$

(2.21) бўйича келтирилган ротор токи билан тармоқ кучланиши орасидаги бурчакнинг синусини аниқлаймиз:

$$\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 4(4 + \sqrt{4^2 - 1})}} = 0,126.$$

Реактив қувват

$$Q_H = \sqrt{3} \cdot 0,22 \cdot 16,2 \cdot (0,9 \cdot 0,485 \cdot 0,126 + 0,27) = 2 \text{ кВар.}$$

(2.26) бўйича статор токини ҳисоблаймиз

$$I_1 = 16,2 \sqrt{(0,9 \cdot 0,485 \cdot 0,126 + 0,27)^2 + 0,9^2 \cdot 0,485^2 \cdot 0,992^2} = 8,75 \text{ А.}$$

Сирпанишни ҳисоблаймиз

$$s = s_H \frac{b_H + \sqrt{b_H^2 - 1}}{b_H / \mu_C + \sqrt{(b_H / \mu_C)^2 - 1}} = 4,8 \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{4 + \sqrt{4^2 - 1}} = 2,27\%.$$

Умумий қувват исрофи

$$\sum \Delta P = 66 + 145 + 371 \frac{8,75^2}{16,2^2} + 229 \cdot 0,485^2 = 373 \text{ Вт.}$$

Қувват коэффициенти

$$\cos \varphi = \frac{2,25 + 0,373}{\sqrt{2^2 + (2,25 + 0,373)^2}} = 0,8.$$

Юкланишнинг шу қиймати учун статор чулғамларини «юлдузча» улаганимизда:

$$b_{CH} = \frac{b_H \gamma^2}{\mu_C} = \frac{2}{0,5 \cdot 3} = 1,33; I_2 / I_{2H} = \sqrt{0,5 \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1}}} = 0,92.$$

$$\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 1,33(1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1})}} = 0,413; \cos \varphi = 0,911;$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot 0,22 \cdot 9,36(0,9 \cdot 0,92 \cdot 0,413 + 0,128) = 1,67 \text{ кВар};$$

$$I_{IH} = 9,36 \cdot \sqrt{(0,9 \cdot 0,92 \cdot 0,413 + 0,128)^2 + 0,9^2 \cdot 0,92^2 \cdot 0,911^2} = 8,26 \text{ А};$$

$$s = 4,8 \cdot \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1}} \cdot 100\% = 8,1\%; \sum \Delta P = 66 + \frac{145}{3} + 371 \frac{8,26^2}{9,36^2} +$$

$$+ 229 \cdot 0,92^2 = 598 \text{ Вт}; \cos \varphi = \frac{2,25 + 0,598}{\sqrt{1,67^2 + (2,25 + 0,598)^2}} = 0,86.$$

Шундай қилиб, мотор валидаги юкланиш $\mu_C = 0,5$ бўлганида статор чулғамларини «учбурчак» уланишдан «юлдузча» уланишга ўтказганимизда моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қуввати $2 - 1,67 = 0,33$ кВар га камайди ва қувват коэффициенти 0,8 дан 0,86 га кўтарилди, бироқ актив қувват исрофи $598 - 373 = 225$ Вт га ошди. 1 кВар реактив қувват истеъмолига 0,695 кВт актив қувват исрофи тўғри келмоқда, бу эса энергия тежамкорлик шартларини мутлақо қаноатлантирмайди.

Назорат саволлари:

1. Энергия тежамкорликка эришишнинг қандай йўналишлари бор?
2. Қандай хорижий энергия тежамкор технологияларни Ўзбекистон шароитида қўллаш мақсадга мувофиқдир?
3. Саноат қурилмалари юкланганлик даражасининг энергетик самарадорлигига таъсири қандай?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Eлектromexanik tizimlarda energiya tejамkorlik. 2-nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
2. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
3. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.

3-мавзу: Асинхрон электр юритмаларнинг энергия тежамкор иш режимлари кўрсаткичларини ҳисоблашнинг математик асослари

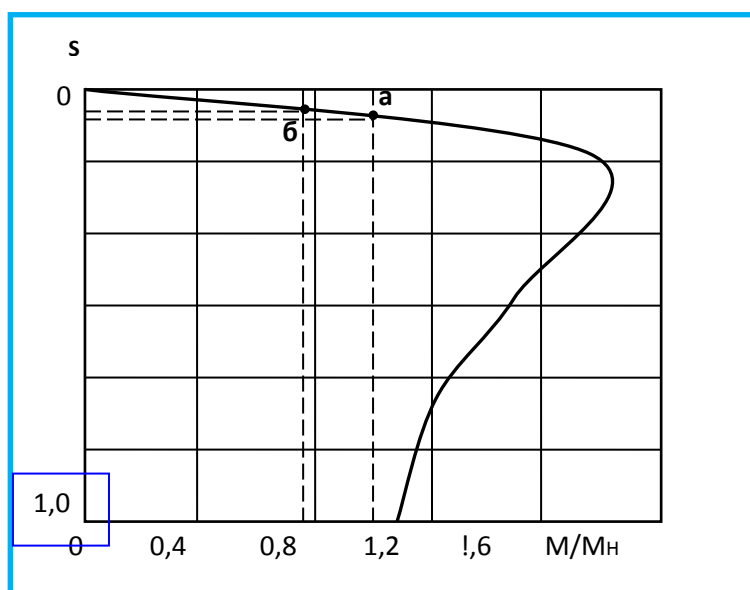
Режа:

1. Асинхрон электр юритма энергия тежамкорлик иш режимининг физик асоси
2. Электр юритманинг экстремал режими тушунчаси
3. Электр юритма энергетик кўрсаткичларини оптималлаш

Таянч сўз ва иборалар: энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

3.1. Асинхрон электр юритма энергия тежамкорлик иш режимининг физик асоси

Асинхрон электр юритманинг энергия тежамкор иш режимининг физик асоси асинхрон моторнинг ишлаш асоси билан боғлиқдир. Маълумки, асинхрон мотор номинал иш режимида ишлаётган пайтда асинхрон моторнинг ҳосил бўлган электр магнит моменти ишчи механизм ижрочи органининг статик моментига тенг бўлади. Шунда асинхрон моторнинг барча электр, энергетик ва механик кўрсаткичлари унинг паспортида келтирилган кўрсаткичларига тенг бўлади (3.1 – расдаги **a** нукта).



3.1 расм. Асинхрон моторнинг табиий механик тавсифи

Маълум сабабларга кўра асинхрон мотор ўқидаги механик юкланиш камайиб, асинхрон мотор табиий механик тавсифининг **б** нуктасида ишлаш бошлады. Энди асинхрон моторнинг механик тавсифининг **б** нуктасидаги иш режими учун электр, энергетик ва механик кўрсаткичлари ҳаммаси ўзгаради.

Биоринчи вариантда асинхрон моторнинг тармоқдан олаётган кучланишини ўзгармаган ҳоли учун асинхрон моторнинг электр, энергетик ва механик кўрсаткичларини ҳисоблаймиз.

Иккинчи вариантда асинхрон моторнинг электр, энергетик ва механик кўрсаткичларини ўзгартириб ҳисоблаймиз. Бу ҳолда статорга берилаётган кучланишни роторнинг келтирилган қийматини назорат қилган ҳолда камйтириб борамиз. Маълумки, ҳар қандай электр моторнинг ички кучланиш бўйича тескари боғланиши ҳисобига, моторнинг ўқидаги механик юкланиш бўйича ишлашини таъминлаш учун кучланишнинг пасайиши статор ва келтирилган ротор тоқларининг ошишига олиб келади. Шунда

кучланишнинг оптимал пасайтирилган қийматида келтирилган ротордаги ток номиналь қийматига тенг ёки бироз кичик бўлиши талаб этилади. Кучланишнинг айнан шу қиймати учун асинхрон моторнинг электр, энергетик ва механик кўрсаткичлари ҳисобланади. Асинхрон моторнинг фойдали иш ва қувват коэффициентлари унинг паспортида келтирилган номиналь қийматларига жуда яқин қийматларда бўлишига эришилади. Асинхрон моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қуввати минималь бўлади.

3.2 Электр юритманинг экстремаль режими тушунчаси [4]*

Энергетик кўрсаткичлари оптималлаштирувчи асинхрон электр юритмали автоматик бошқариш тизимларида бошқарилувчи кўрсаткич сифатида электр юритманинг қандай даражада юкланганлигидан қатъий назар ($P_C \leq P_H$) асинхрон моторнинг тармоқдан реактив қуввати энг кам миқдорда истеъмол қилиши ($Q \approx Q_{\min}$ ёки $\cos \varphi \approx \cos \varphi_H$), мотор ФИК номинал қийматга яқин қийматда бўлиши ($\eta \approx \eta_H$) ва статор токининг қиймати энг кам миқдорда бўлиши ($I_1 \approx I_{1\min}$) каби критериал шартлар бажарилиши талаб этилади. Асинхрон моторларнинг бундай режимларда ишлашини оптимал алгоритмлар асосида автоматик излаш ҳамда изланмасдан автоматик оптималлаш орқали критериал шартларни бажарувчи автоматик бошқариш тизимлари воситасида таъминлаш мумкин.

Бу мезонларнинг амалга оширилиши асинхрон моторли автоматик бошқариш тизими энергетик кўрсаткичларининг экстремум қийматларида, турғун иш режимида ишлаши таъминланади.

Ж функция экстремумини излаш усуллари

Асинхрон мотор энергетик кўрсаткичлари мезонлари экстремумини излашнинг усулларини кўриб чиқамиз. Бу усуллар асосида автоматик бошқариш тизимининг ҳисоблаш қурилмаси ишлайди. Мисол тариқасида уздуксиз **Ж функция** сифатида асинхрон моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қувватини ва унинг функцияси Y бўлиб эса статор билан ротор оралиғидаги магнит оқими Φ ни оламиз. Тезлиги ростланмайдиган асинхрон моторлар учун унинг юкланиш қийматининг ўзгариш оралиғи тахминан $(0,5 - 1,0) P_H$ бўлишини инобатга оладиган бўлсак, у ҳолда моторнинг магнит тизими тўйинмаган зонада ишлайди ва магнит оқими билан статор кучланиш орасидаги боғланиш деярли тўғри чизиқли боғланишга эга бўлади ва Φ ўрнига U ни олиш имконини беради. Бундай ўзгариш автоматик бошқариш тизимини янада соддалаштиришга олиб келади.

Ж функция бир ўзгарувчан катталиқ Y функцияси бўлиб, экстремумига йўналган ҳаракати $\frac{dJ}{dY}$ нинг ишорасига боғлиқ ва экстремумнинг мавжудлиги эса бу дифференциалнинг нолга тенглиги билан белгилананади, яъни

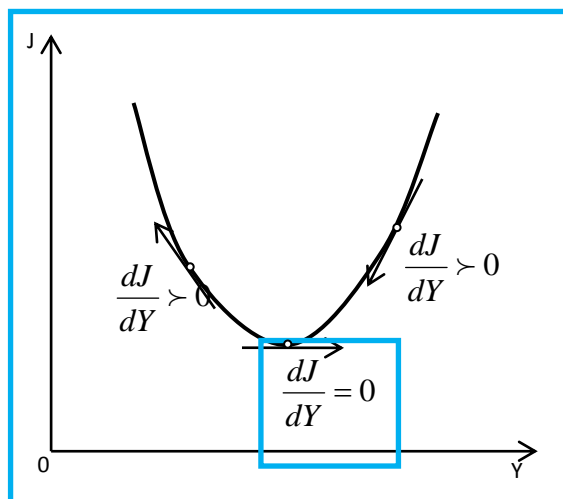
$$\frac{dJ}{dY} = 0. \quad (3.1)$$

Экстремум нуктасида

* [4] А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. P 9-12

$$\text{grad}J = 0, \text{ яъни, } \frac{dJ}{dY} = 0. \quad (3.2)$$

3.1–расмда ушбу айтилганлар тасифлар воситасида ифодаланган. J функция экстремумини топишнинг Y координатни градиент бўйича экстримумга интилган ҳолда ўзгартириб топиш усули градиент усули деб аталади ва бу усул ростланувчи кўрсаткич ягона бўлганда энг маъқул усулдир.



3.1–расм. Градиент усули

Ростланувчи кўрсаткич бир нечта бўлганида J функция экстремумини топишнинг энг тез тушиш Гаусс – Зейдел тасодифий (кўр–кўрона) излаш усуллари кенг қўлланилади.

J функция дифференциалини топиш усули

Биз кўрадиган оптималлаштириш масалаларида ўзгарувчи кўрсаткич ягона бўлгани учун J функцияни бошқарилувчи кўрсаткич Y бўйича дифференциаллаш кифоядир. Бунинг учун узлуксиз бўлган J функцияни ҳамда Y кўрсаткични вақт бўйича дифференцияллаймиз ва уларнинг нисбатини оламиз:

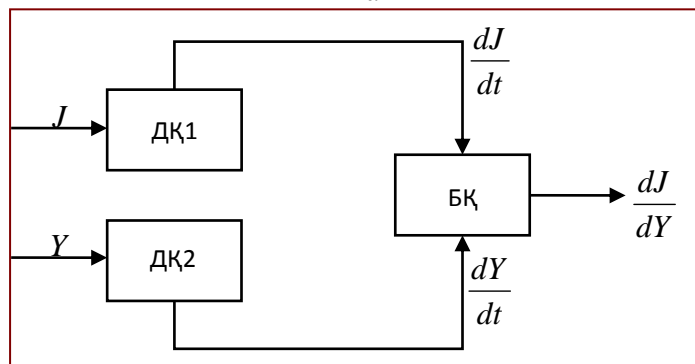
$$\frac{dJ}{dY} = \frac{dJ}{dt} : \frac{dY}{dt}. \quad (3.3)$$

Бу ифодадан кўришиб турибдики, агар Y ни $\frac{dY}{dt} = \text{const}$ маълум берилган доимий тезликда ўзгартириб борганимизда, бу ўзгартириш натижасида юзага келадиган J нинг вақт бўйича $\frac{dJ}{dt}$ тезлик билан ўзгариши $\frac{dJ}{dY}$ нинг ўзгариши учун ўлчов вазифасини бажаради.

3.2–расмда келтирилган $\frac{dJ}{dt}$ ни вақт бўйича дифференциаллаб ҳисоблашнинг схемаси келтирилган.

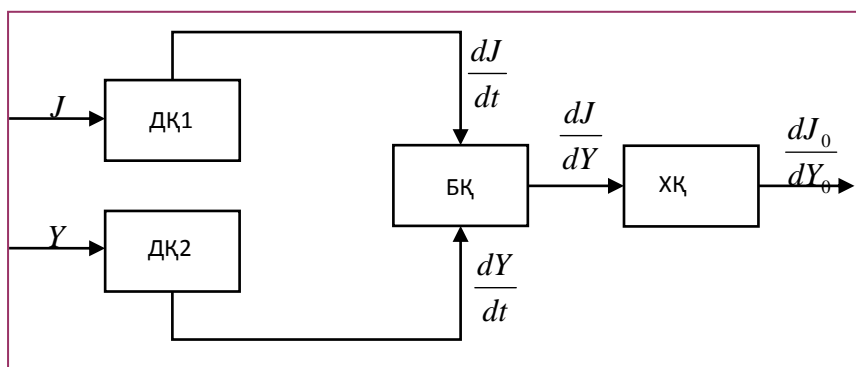
Бу схема қуйидаги тартибда ишлайди: биринчи дифференциалловчи қурилма ДҚ1 нинг кириш қисмига узлуксиз бўлган J функция берилади ва унинг чиқишида вақт бўйича дифференциалланган биринчи дифференциалловчи қурилма ДҚ1 нинг кириш қисмига узлуксиз бўлган J функция берилади ва унинг чиқишида вақт бўйича дифференциалланган $\frac{dJ}{dt}$ функция олинади функция олинади, иккинчи дифференциалловчи қурилма ДҚ2 нинг

кириш қисмига узлуксиз бўлган Y функция берилади ва унинг чиқишида вақт бўйича дифференциалланган $\frac{dY}{dt}$ функция олинади ва бўлувчи қурилма БҚ да $\frac{dJ}{dt} : \frac{dY}{dt}$ амали бажарилади, натижада унинг чиқиш қисмида $\frac{dJ}{dY}$ функция олинади.



3.2–расм. $\frac{dJ}{dY}$ ни вақт бўйича дифференциаллаб ҳисоблаш схемаси

Келтирилган $\frac{dJ}{dY}$ ни ҳисоблаш схемаси (3.2 – расм) J функциянинг бир экстримуми қийматини аниқлаш учунгина қўллаш мумкин. Агар J функциянинг экстремум қиймати вақт давомида ташқи ва бошқа таъсирлар натижасида бирор бир қонуниятга бўйсунмай ўзгарадиган бўлса, у ҳолда бу схемага қўшимча хотира қурилма ХҚ улашга тўғри келади (3.3–расм).



3.3–расм. Хотира қурилмали $\frac{dJ}{dY}$ ни вақт бўйича дифференциаллаб ҳисоблаш схемаси

Бу ерда хотира қурилма ХҚ нинг вазифаси экстремумни ҳисоблашдан олдинги $\frac{dJ}{dY} \neq 0$ қийматини, яъни $\frac{dJ_0}{dY_0} \neq 0$ хотирада сақлаб қолишдан иборат ва бу сигнал маълум вақт ичида автоматик бошқариш тизими кўрсаткичини экстремум қийматда ишлашини таъминлайди. Белгиланган вақтдан сўнг автоматик тизим яна автоматик равишда J функциянинг экстремумини излашга тушади ва бу сигнал ХҚ даги сигнал билан солиштирилади ва унинг қиймати фарқли бўлса, у ҳолда ХҚ даги сигнал янгиси билан алмаштирилади.

Масалан, асинхрон электр юритма юкланиш токининг энг кичик қийматида бошқарадиган бўлсақ, у ҳолда J функция ўрнига статор токи I ни қўямиз. Асинхрон мотор ишлаши давомида юкланиш қиймати номиналдан кам бўлган қийматда ишлашини ва магнит тизимининг тўйинишгача бўлган қисмида ишлайди

деб қабул қилганимизда, мотор ротори ва статори чулғами оралиғидаги магнит оқими Φ билан кучланишнинг ўзаро боғлиқлиги чизикли характерга эга дейишга асос бўлади, шунда магнит оқими Φ ни кучланиш U билан алмаштириш мумкин бўлади ва Y ўрнига эса кучланиш U ни қўйиш натижасида қўйилган бошқариш шarti қуйидаги содда бошқариш алгоритми осон бўлган кўринишга келади:

$$\frac{dJ}{dY} = \frac{dI}{dU} \neq 0. \quad (3.4)$$

Худди шунингдек, асинхрон моторнинг тармоқдан минимал реактив қувват истеъмоли иш режимида ишлашни таъминлашда J функция ўрнига асинхрон моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қуввати Q ни қўямиз, Y ўрнига эса кучланиш U ни қўямиз ва натижада қуйидаги содда бошқариш алгоритмини ҳосил қиламиз:

$$\frac{dQ}{dU} \neq 0. \quad (3.5)$$

Асинхрон моторнинг минимал қувват исрофи иш режимида ишлашни таъминлашда эса J функция ўрнига асинхрон моторнинг умумий қувват исрофининг нисбий қиймати $\sum \Delta P_i$ ни қўямиз, Y ўрнига эса кучланиш U ни қўямиз ва натижада қуйидаги содда бошқариш алгоритмини ҳосил қиламиз:

$$\frac{d \sum P_i}{dU} \neq 0. \quad (3.6)$$

Бу усулни асинхрон мотор энергетик кўрсаткичларини оптималлашда қўллаш жараёнида қўшимча қуйидаги чеклашларни қабул қиламиз: статор чулғамида кучланишни ростлаш давомида ротор чулғамидаги токнинг қиймати номинал қийматидан ошиб кетмаслиги назорат қилиниши шарт, чунки акс ҳолда ротордаги қувват исрофи ошиб кетади ва натижада унинг ҳарорати номинал қийматидан ошиб кетади ва мотор ўта қизийди; статор чулғамидаги кучланишни номинал қийматидан камайтириб бориш куч трансформатори ва тиристорли кучланиш ростлагичнинг техник кўрсаткичлари орқали амалга оширилади.

3.3 Электр юритма энергетик кўрсаткичларини оптималлаш [8]*

Юкланиш моменти номинал қийматидан кам бўлиши, моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қувватининг ошишига олиб келади ва натижада моторнинг қувват коэффициенти пасаяди. Асинхрон мотор реактив қуввати Q ни мотор валидаги юкланиш моменти билан ўзаро боғлаб, минимал қийматига келтириб автоматик бошқариш асинхрон электр юритмаларда энергия тежамкорликка эришишнинг асосий йўналишларидан биридир.

Мотор истеъмол қилаётган реактив қувватни юкланиш қийматига мос равишда бошқариш магнит оқимини ўзгартириб амалга оширилади ва умумий ҳолда унинг қиймати қуйидаги дифференциал тенглама орқали аниқланади

$$\frac{dQ}{d\Phi} = 0, \quad (3.7)$$

бу ерда, $Q = Q_0 + Q_P$ – моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қуввати; Q_0 ва Q_P – асинхрон моторнинг мос равишда магнитланиш ва сочилма реактив қувватлари; Φ – магнит оқими.

Ҳисоблашларни осонлаштириш ва умумийлаштириш мақсадида (3.7) тенгламани нисбий катталикларда ифодалаб қуйидаги кўринишда ёзамиз

* [8.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 12-13

$$\frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\left(\frac{\Phi}{\Phi_H}\right)} = \frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\phi} = 0. \quad (3.8)$$

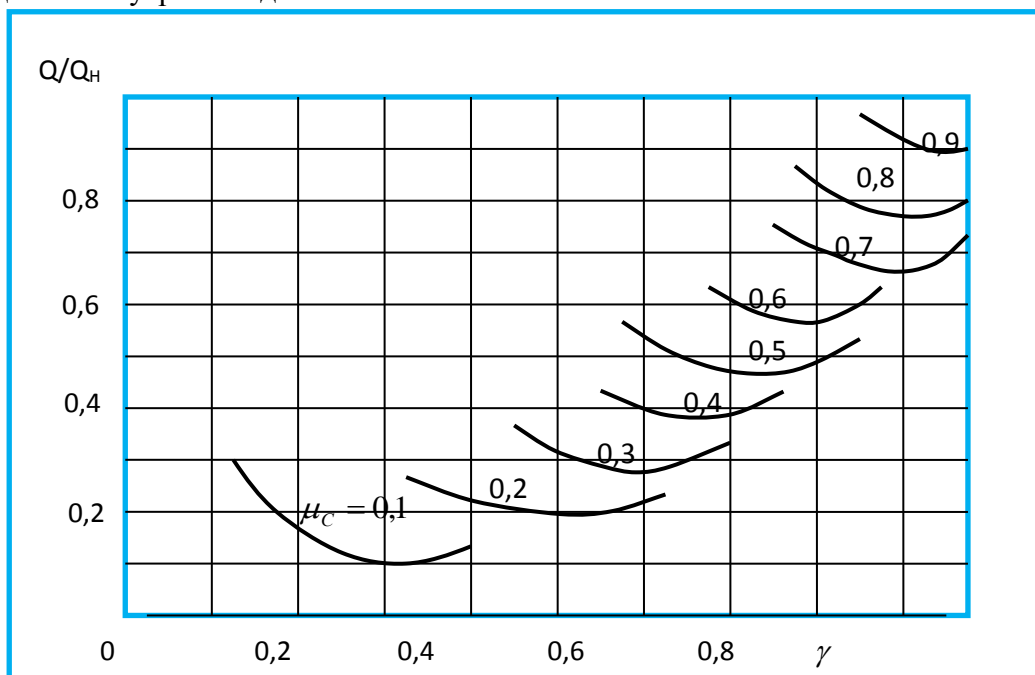
Асинхрон мотор ишлаётган вақтида статор чулғами кучланишининг частотаси $f = 50 \text{ Гц} = \text{const}$ эканлигини ва юкланиш momenti ёки қуввати номинал қийматидан кичик эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак, у ҳолда мотор магнит тизимининг тўйинмаган режимида ишлаётган бўлади ва мотор магнитланиш тавсифининг тўғри чизикли қисмида ишлайди. Шунда статор чулғамига берилаётган кучланиш U_1 билан магнит оқими ўртасидаги ўзаро боғланишни чизикли деб қараш мумкин бўлади ва уларнинг нисбий қийматлари ўзаро тенг деб олинади

$$\phi = \gamma, \quad (3.9)$$

бу ерда, $\gamma = U_1/U_{1H}$ – статор чулғамига берилаётган кучланишнинг нисбий қиймати. (3.9) тенгламани (3.8) ни ҳисобга олган ҳолда қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$\frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\gamma} = 0. \quad (3.10)$$

3.4–расмда (3.17) тенглама асосида 4A280M4У3 русумли ($P_H = 132 \text{ кВт}$; $2p = 4$; $\eta = 93\%$; $\cos \varphi = 0,9$; $b_H = 2$) асинхрон моторнинг минимал реактив қувват истеъмоли юкланиш моментининг турли қийматлари учун кучланиш ўзгаришига боғлиқлик тавсифлари келтирилган. Тавсифлар таҳлили шуни кўрсатадики, юкланиш моментининг ҳар бир қиймати учун кучланишнинг маълум бир қийматида Q/Q_H нинг энг кичик қиймати тўғри келади.



3.4–расм. Асинхрон мотор минимал реактив истеъмолининг юкланишнинг турли қийматлари учун кучланишга боғлиқлик тавсифи

Шундай қилиб, (3.30) тенглама юкланиш моментининг ҳар бир қиймати учун оптимал кучланиш қийматини анилаш мумкин ва шу юкланиш моменти қиймати учун оптимал бўлади. Асинхрон моторнинг электр, энергетик қийматлари энг минимал бўлади ва унинг қувват ва фойдали иш коэффициентлари асинхрон моторнинг паспортида келтирилган номиналь қийматларига жуда яқин қийматларда бўлади.

Назорат саволлари:

1. Асинхрон электр юритманинг қандай режимларида энергия тежамкорликка эришиш мумкин?
2. Электр юритманинг экстремал режими тушунчаси нимани англатади?
3. Электр юритма энергетик кўрсаткичларини оптималлаштириш усулларини тушунтириб беринг.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. *Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations*. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
2. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. *Энергосберегающий асинхронный электропривод*. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
3. Хашимов А.А. *Специальные режимы частотно-управляемых асинхронных электроприводов*. Монография. – М.: Энергоатомиздат, 1994.

4- мавзу: Асинхрон моторнинг турли оптималлаш мезонлари бўйича бошқариш

Режа:

1. Минимум статор токи мезони бўйича асинхрон моторларни бошқариш
2. Минимум қувват исрофи мезони бўйича асинхрон моторларни бошқариш
3. Минимум реактив қувват истеъмоли бўйича асинхрон моторларни бошқариш

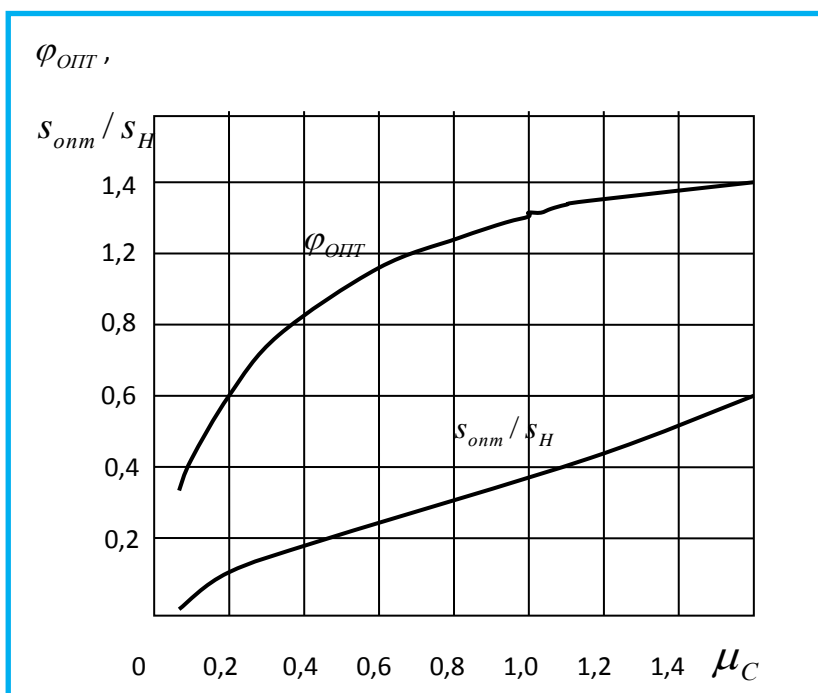
Таянч сўз ва иборалар: Энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

4.1. Минимум статор токи мезони бўйича асинхрон моторларни бошқариш

Магнит оқимининг статор чулғами кучланиши билан чизиқли коэффициент орқали боғланганлигини ҳисобга оладиган бўлсак, у ҳолда номинал иш режимида тўғри келадиган статор токининг номинал қийматида нисбати кўринишидаги ифодасини кучланиш ўзгариши бўйича дифференциаллаб нолга тенглаштирамиз:

$$\frac{d\left(\frac{I_1}{I_{1H}}\right)}{d\gamma} = 0, \quad (4.1)$$

Статор токининг минимал қийматда бўлганидаги моторнинг электро-магнит, энергетик ва эксплуатацион кўрсаткичлари моторнинг минимум қувват исрофи режимидаги ушбу кўрсаткичларидан бироз фарқ қилади. 4.1–расмда минимум статор токи режимида ишлаётган асинхрон мотор юкланиш моментининг турли қийматлари учун тўғри келадиган магнит оқимининг оптимал қийматларининг ўзгариш тавсифлари келтирилган. Агар 3.11–расмдаги минимум қувват исрофи режими учун келтирилган оптимал магнит оқими тавсифи билан солиштирадиган бўлсак, юкланишнинг $\mu_C < 1,0$ оралиғида моторнинг статор токининг минимал режимида ишлаганида, магнит оқимининг 1,8 – 1,1 марта ортиқ бўлиши магнит қувват исрофлари-нинг ошишига олиб келади.[5].

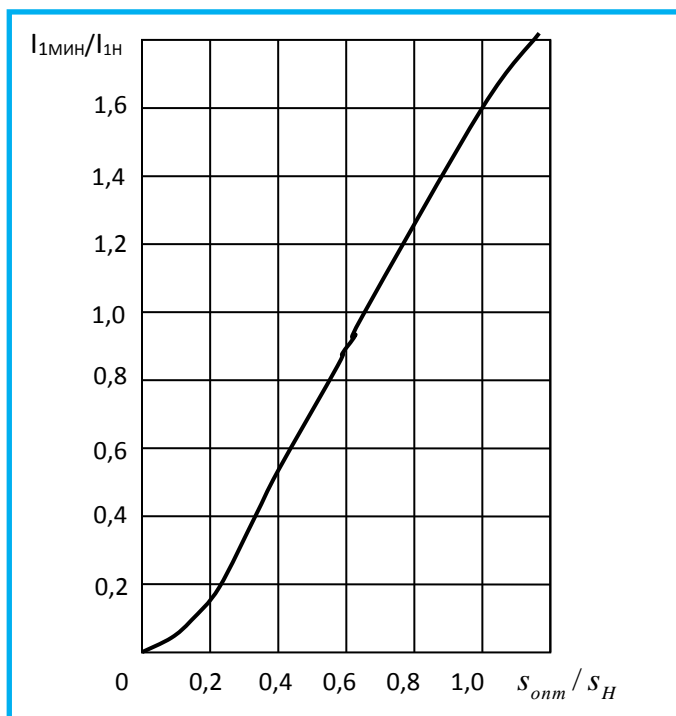


4.1 – расм. Статор токи минимал бўлган режимда ишлаётган асинхрон мотор оптимал магнит оқими ва сирпанишларининг юкланиш моментига мос равишда ўзгариши тавсифлари

Юкланиш моментининг $\mu_C < 1,0$ оралиғида ўзгарганида статор токининг минимал қийматларида бошқарилган моторнинг қувват исрофлари қувват исрофи минимал режимда бўлгандагига нисбатан 10 – 15% юқори бўлади ва магнит оқимининг нисбатан каттароқ бўлиши қувват коэффицентининг сезиларли камайишига олиб келади.

4.2–расмда статор токи минимал бўлган режимда ишлаётган асинхрон мотор статор токининг оптимал абсолют сирпанишнинг юкланиш моментига боғлиқ равишда ўзгариш тавсифи келтирилган. Тавсифдан кўришиб турибдики, статор токи номинал қийматига тенг бўлганида абсолют сирпанишнинг $0,65 \cdot s_H$ қиймати тўғри келяпти. 4.2 – расмдаги сирпаниш тавсифидан сирпанишнинг бу қийматига юкланиш моментининг $\mu_C = 1,2$ қиймати тўғри келади.

Бир қараганда моторни номинал юкланиш қийматига нисбатан 20% ортиқ юкланиш билан ишлатиш имкони бордек туюлади, аммо аслида юкланишнинг бу қийматида магнит оқимининг ошган бўлиши ҳисобига моторнинг қувват исрофлари бирмунча катта бўлади ва юкланишни реал 3 – 4% гагина ошириш мумкин (3.18 – расмга қаранг). Шундай қилиб, статор токи минимум бўлган режимда статор токи қийматига қараб моторнинг иссиқлик ҳолатини баҳолаш мумкин эмас: статор токи номиналдан кичик бўлганида мотор номинал иссиқлик режимида бўлади.



4.2–расм. Статор токи минимал бўлган режимда ишлаётган асинхрон мотор статор токининг оптимал абсолют сирпанишга боғлиқ равишда ўзгариш тавсифи

Асинхрон моторларнинг статор токи минимум қийматида бошқариш режимида ишлаши (4.1) дифференциал тенгламанинг экстремал қийматини изловчи изланувчан ва ноизланувчан экстремал автоматик бошқариш тизимлари воситасида амалга оширилади. Изланувчан автоматик бошқариш тизимлари таркибий тузилиши жиҳатдан аналогик ва рақамли қурилмалардан иборат бўлиши мумкин.

4.2 Минимум қувват исрофи мезони бўйича асинхрон моторларни бошқариш

Статор чулғами кучланиши частотаси $f = 50$ Гц = const бўлганида юкланиш моментининг $\mu_C = 0,3 - 1,0$ қийматларида асинхрон мотор магнитланиш тавсифининг чизиқли қисмида ишлайди. Магнит оқимининг статор чулғами кучланиши билан чизиқли коэффициент орқали боғланганлигини ҳисобга оладиган бўлсак, у ҳолда номинал иш режими учун берилган умумий қувват исрофи ифодаси номиналга нисбатан кўринишдаги ифодасини кучланиш ўзгариши бўйича дифференциаллаб нолга тенглаштирамиз.[6]*

$$\frac{d \sum \Delta p}{d \gamma} = 0, \quad (4.2)$$

бу ерда, $\sum \Delta p = \frac{\sum \Delta P}{\sum \Delta P_H}$ – моторнинг нисбий умумий қувват исрофи.

Магнит оқимининг ошиши натижасида статор тоқининг актив ташкил этувчисининг камайиб бориши мотордаги электрик қувват исрофларининг камайишига олиб келади. Магнит оқимининг жуда катта қийматга эга бўлиши магнитланиш тоқининг ошишига сабаб бўлади ва магнит қувват исрофларининг кўпайиши юзага келади. Магнит оқимининг қандайдир бир қийматида электрик ва магнит қувват исрофлари ўзаро тенг бўлади, мотор минимум қувват исрофи режимида ишлайди ва бу режимни амалга ошириш (3.20) шarti бажарилиши асосида юзага келади.

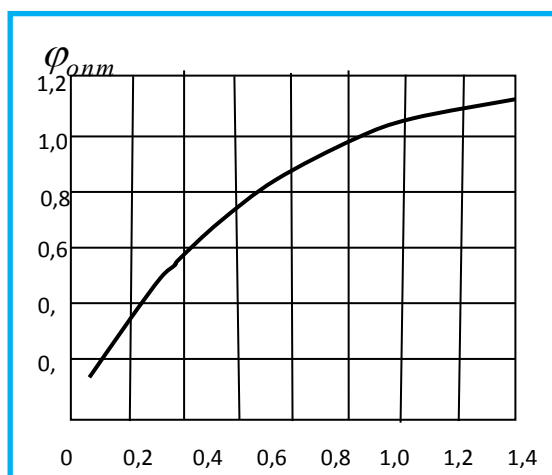
Асинхрон мотор юкланишнинг барча қийматларида яъни $0,1 < \mu_C < 1,0$ бўлганида, асинхрон моторнинг электр магнит ФИК энг катта қийматга эга бўлади ва унинг механик ФИК юкланиш қийматининг ошишига пропорционал равишда фақат ошиб боради.

4.3–расмда асинхрон мотор оптимал магнит оқимининг юкланиш моментига мос равишда ўзгариши тавсифи келтирилган. Юкланиш моментининг $\mu_C = 0,6 - 1,0$ оралиғида ўзгаргарганида магнит оқимининг оптимал қиймати номинал қийматидан катта бўлади ва мотор магнитланиш тизимининг тўйинган қисмида ишлайди. Юкланиш моментининг $\mu_C > 1$ қийматларида магнит оқими оптимал қийматининг кам ўзгариши магнит тизимининг тўйиниши билан изоҳланади.

Шундай қилиб, берилган юкланиш моментига мос равишда магнит оқими қийматини ростлаш натижасида электрик ва магнит қувват исрофлари мувозанати доимо тикланиб борилади ва моторнинг минимум қувват исрофи режимида ишлаши таъминланади.

4.4–расмда юкланиш моментининг турли қийматлари учун асинхрон мотор (номинал қуввати $P_H = 100$ кВт ва $2p = 4$) умумий қувват исрофларининг статор чулғами кучланишига, яъни магнит оқимига боғлиқ равишда ўзгариши тавсифлари келтирилган. Тавсифлар эгар кўринишига эга бўлиб, юкланиш моментининг ҳар бир қийматига умумий қувват исрофининг энг кичик қиймати тўғри келувчи экстремал нуқталари мажуддир. Мотор юкланиш моментининг қиймати камайган сари умумий қувват исрофларининг экстремал нуқталари кучланишнинг кичик қийматлари томонига қараб силжийди. Тавсифларнинг умумий қувват исрофларининг энг кичик қийматли нуқтасидан ўнга қараб ўсиб бориши магнит қувват исрофларнинг ошиши билан изоҳланса, тавсифларнинг экстремал нуқтадан чапга қараб ўсиши электрик қувват исрофларининг ошишини билдиради.

* [6] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 16-18



4.3–расм. Минимум қувват исрофи режимида ишлаётган асинхрон мотор оптимал магнит оқимининг юкланиш моментига мос равишда ўзгариши тавсифи

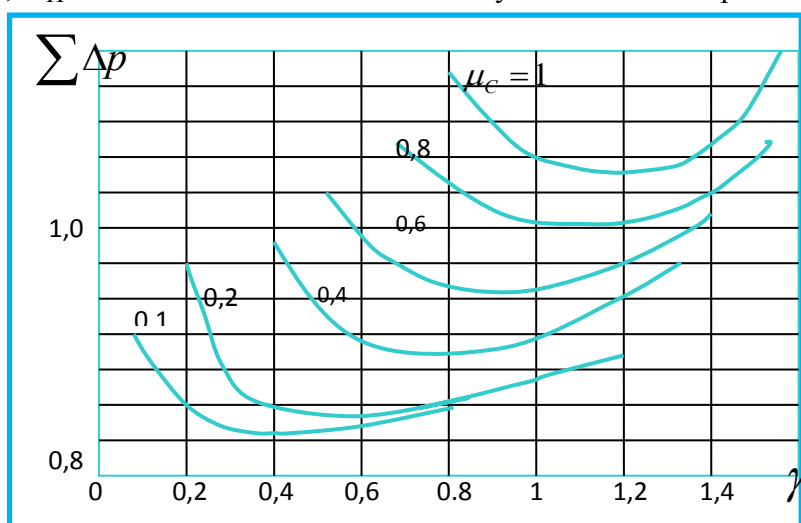
Юкланиш momenti қийматлари $\mu_c < 1$ бўлганида моторнинг магнит оқими магнитланиш тавсифининг чизикли қисмида ростланади ва ҳар бир юкланиш моментининг қийматига мос келувчи абсолют сирпанишнинг оптимал қиймати юкланиш momenti қийматига деярли боғлиқ бўлмайди.

$\mu_c > 1$ бўлганида эса магнит оқимини ростлаш магнитланиш тавсифининг нозикли қисмида амалга оширилади ва юкланиш моментига мос келувчи абсолют сирпанишнинг қийматлари юкланиш моментига тўғри пропорционал ошиб боради.

Мотор валидаги юкланиш моментининг қайд қилинган ҳар бир қийматига тўғри келадиган оптимал кучланиш, яъни оптимал магнит оқимини билган ҳолда, асинхрон моторнинг оптимал абсолют сирпаниши қийматини қуйидаги тақрибий формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин

$$S_{OPT} \approx S_H \frac{\mu_c}{\Phi_{OPT\mu}^2}, \quad (3.21)$$

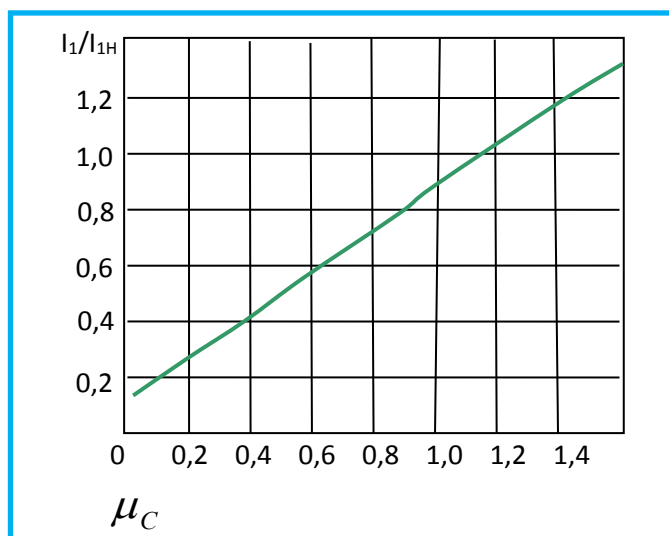
бу ерда, S_H – номинал юкланишга мос келувчи абсолют сирпаниш қиймати.



4.4–расм. Юкланиш моментининг турли қийматлари учун асинхрон мотор (номинал қуввати $P_H = 100$ кВт ва $2P = 4$) умумий қувват исрофларининг статор чулғами кучланишига боғлиқ равишда ўзгариши тавсифлари

Асинхрон моторни минимум қувват исрофи режимида ишлатганида юкланишнинг барча қийматларида магнит оқимининг номиналдан катта бўлиши унинг юкланиш хусусиятининг ошишига ва тахминан 2 мартага катта бўлишига олиб келади, аммо моторнинг иссиқлик ҳолати ёмонлашади ва бунга асосий сабаб мотор магнит тизимида магнит қувват исрофининг ошиши ва статор чулғамидаги актив қувват исрофининг ошишидир.

4.5–расмда минимум қувват исрофи режимида ишлайдиган асинхрон мотор статор чулғами токининг юкланиш моментига боғлиқ равишда ўзгариш тавсифи келтирилган.



4.5–расм. Минимум қувват исрофи режимида ишлайдиган асинхрон мотор статор чулғами токининг юкланиш моментига боғлиқ равишда ўзгариш тавсифи

Тавсифдан кўриниб турибдики, юкланиш momenti $\mu_c = 1,0$ бўлганида статор токининг қиймати номинал қийматидан 16% га камдир. Юкланиш моментининг $\mu_c < 1,0$ қийматларида қувват коэффициентининг номинал қийматидан катта бўлиши магнит оқимининг сезиларли даражада камайиши ва натижада реактив қувватнинг камайиши билан боғлиқдир.

Ишлаб чиқаришда энг кўп қўлланиладиган асинхрон моторларни минимум қувват исрофи режимида ишлашини таъминловчи автоматик бошқариш тизимларини яратиш ва амалиётга жорий қилиш, саноат қурилмалари ва машиналарида электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш учун асосий омил бўлади.

4.3 Минимум реактив қувват истеъмоли бўйича асинхрон моторларни бошқариш

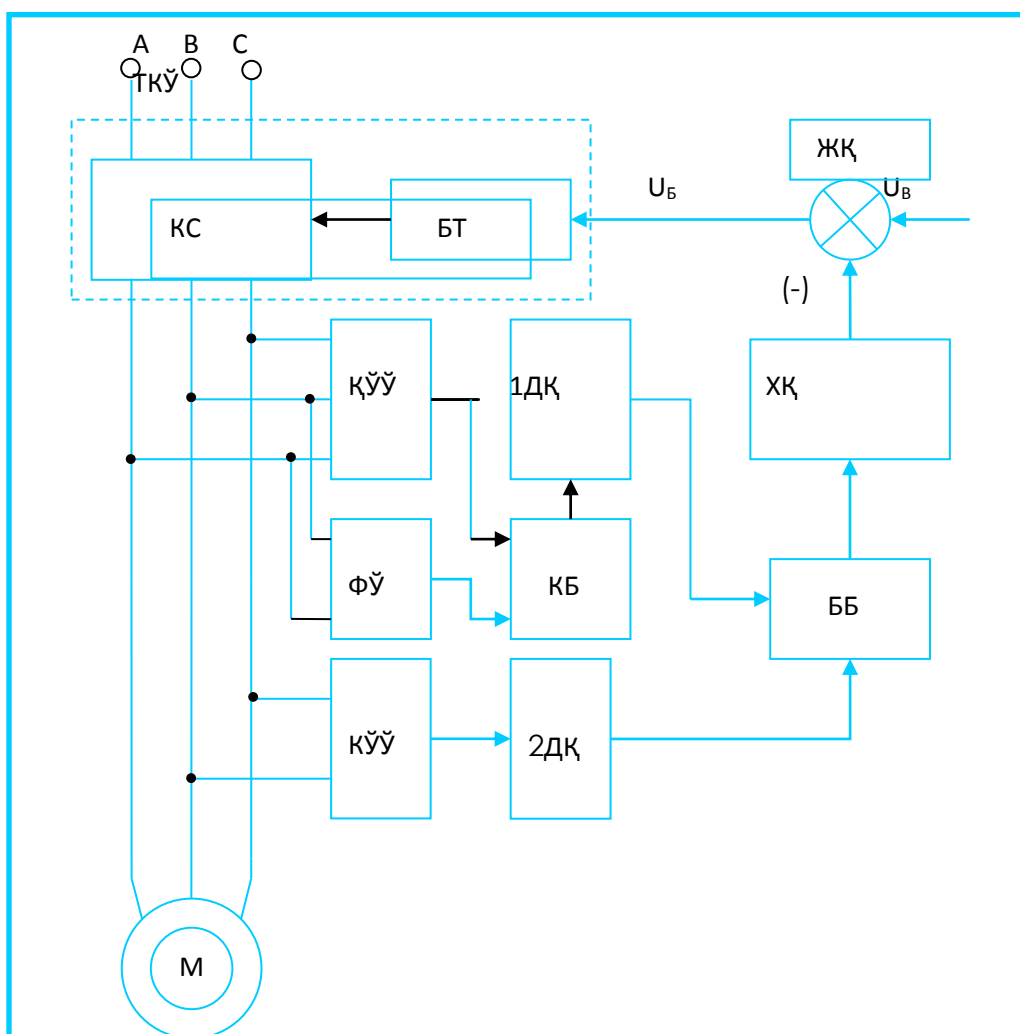
4.6–расмда тасвирланган асинхрон моторнинг экстремал автоматик бошқариш тизими юкланишнинг барча реал қийматларида мотор истеъмол қилаётган реактив қувват миқдорини минимал қийматида бўлишини ва мотор энергетик кўрсаткичларини номинал қийматларига яқин қийматларда бўлишини таъминлайди.

Асинхрон моторни экстремал автоматик бошқариш тизими қуйидаги асосий таркибий қисмлардан иборат [7]*: асинхрон мотор М, тиристорли ўзгарувчан ток кучланиши ўзгарткичи ТКЎ куч схемаси КС орқали уч фазали электр тармоғига уланган, ТКЎ нинг бошқарув тизими БТ жамловчи қурилма ЖҚ чиқиш қисмига уланган, ЖҚ нинг биринчи кириш қисмига эса вазифаловчи сигнал U_B берилади, ЖҚ нинг иккинчи кириш қисмига эса хотира қурилма ХҚ нинг чиқиш қисми уланган, қувват ўлчов ўзгарткичи ҚЎЎ нинг

* [7] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 18-21

кириш қисми асинхрон мотор М нинг статор чулғамига уланган ва шу кириш қисмига функционал ўзгарткич ФЎ нинг кириш қисми уланган, ФЎ нинг чиқиш қисми эса кўпайтириш блоки КБ нинг иккинчи кириш қисмига уланган, ҚЎЎ нинг чиқиш қисми кўпайтириш блоки КБ нинг иккинчи кириш қисмига уланган, КБ нинг чиқиш қисми эса биринчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг кириш қисмига уланган бўлса чиқиш қисми эса бўлувчи блок ББ нинг биринчи кириш қисмига уланган, ББ нинг иккинчи кириш қисмига эса иккинчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг чиқиш қисми уланган, 2ДҚ нинг кириш қисмига кучланиш ўлчов ўзгарткичи КЎЎ нинг чиқиш қисми уланган ва КЎЎ нинг кириш қисми эса асинхрон мотор М нинг линия кучланишига уланган.

Асинхрон мотор энергетик кўрсаткичларининг оптимал қийматларида бўлиши мотор валидаги юкланишнинг қийматига мос равишда статор чулғамидаги кучланишни ростлаш натижасида моторнинг реактив қувват истеъмоллини минимал қийматга келтириш асосида амалга оширилади. Бу автоматик бошқариш тизимида мотор валидаги юкланишнинг қиймати билвосита актив қувват бўйича ҳисобланади.



4.6–расм. Реактив қувват истеъмолли минимал бўлган режимда ишлайдиган асинхрон моторли экстремал автоматик бошқариш тизимининг блок-схемаси

Асинхрон мотор ишлаб турган пайтда қувват ва кучланиш ўлчов ўзгарткичлари ҚЎЎ ва КЎЎ чиқиш қисмларида доимий сигнал мавжуд бўлади. КЎЎ дан чиқаётган линия кучланиши сигнали 2ДҚ да вақт бўйича дифференциалланиб, ББ нинг иккинчи кириш қисмига юборилади. Функционал ўзгарткич ФЎ да фаза кучланиши билан токи орасидаги бурчак φ нинг $\sin \varphi$ қийматига мос сигнал олинади ва кўпайтириш блоки КБ нинг

иккинчи кириш қисмига узатилади ва у ерда ҚЎЎ нинг чиқиш қисмидан КБ нинг биринчи кириш қисмига юборилган умумий қувват S га пропорционал сигнал билан кўпайтмаси $Q(t) = S(t)\sin \varphi$ - моторнинг реактив қувват истеъмолини беради. $Q(t)$ сигнал 1ДҚ да вақт бўйича дифференциалланиб, ББ нинг биринчи кириш қисмига юборилади.

ББ да $\frac{dQ}{dt} : \frac{dU_1}{dt}$ амали бажарилади ва натижада чиқиш қисмида вақтга боғлиқ бўлмаган

$\frac{dQ}{dU_1}$ сигнал ҳосил бўлади ва $\frac{dQ}{dU_1} = 0$ шартининг бажарилиши асинхрон моторнинг қайд

қилинган юкланиш қийматида минимал реактив қувват истеъмолида ишлашни таъминлайди. Охирги қайд қилинган юкланиш учун статор чулғами кучланиши хали

ўзгартирилмаган ҳолда $\frac{dQ}{dU_1} \neq 0$ бўлади ва бу сигнал ХҚ да сақланади, худи шу сигнал

ЖҚ га юборилади ва $U_B = U_B - \frac{dQ}{dU_1}$ бошқарув сигналининг ташкил этувчиси бўлади.

Янги бошқарув сигнали таъсирида ТКЎ нинг КС ининг чиқиш қисмида кучланишнинг қиймати ўзгаради.

Статор чулғамига берилаётган кучланишнинг оптимал қиймати асинхрон моторни берилган юкланишда минимал реактив қувват истеъмоли режимида ишлашни

таъминлайди. Юкланиш қийматининг то янги қийматига ўтгунга қадар $\frac{dQ}{dU_1}$ сигнал ХҚ

да сақланиб туради ва юкланиш қиймати ўзгарганида ҳосил бўладиган кейинги

тенгсизлик $\frac{dQ}{dU_1} \neq 0$ қиймати ХҚ га сақлаш учун юборилади. Асинхрон моторнинг янги

юкланиш қиймати учун минимал реактив қувват истеъмоли режими жорий қилинади.

Аналогик қурилмали автоматик бошқариш тизимларида турли физик табиатдаги халақит берувчи ва зарарли бўлган сигналлар (масалан, роторнинг тебраниши, статор кучланишининг юқори частотали ташкил этувчилари ва х.к.) таъсири туфайли (3.22) дифференциал тенгламанинг экстремал қийматларини аниқлаш жараёнида аниқликлик даражаси бирмунча паст бўлади. Аналогик автоматик бошқариш тизимларига нисбатан техник жиҳозланиши нуқтаи назардан мураккаброқ бўлган рақамли бошқариш тизимларида бу камчилик деярли бартараф этилади.

Назорат саволлари:

1. Минимум статор токи мезони бўйича асинхрон моторларни бошқариш амалга оширилади?.
2. Минимум қувват исрофи мезони бўйича асинхрон моторларни бошқариш йуллари мавжудми?.
3. Минимум реактив қувват истеъмоли бўйича асинхрон моторларни бошқариш қандай амалга оширилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

4. А.А. Khashumov, I.K. Pampias. *Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations*. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
5. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. *Энергосберегающий асинхронный электропривод*. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
6. Хашимов А.А. *Специальные режимы частотно-управляемых асинхронных электроприводов*. Монография. – М.: Энергоатомиздат, 1994.

5- мавзу: Электр юритманинг динамик режимларида қувват исрофларининг камайиши таҳлили

Режа:

1. Асинхрон электр юритмалари динамик режимларини оптималь бошқариш
2. Асинхрон электр юритмалари динамик режимларини оптималь бошқариш усуллари
3. Асинхрон электр юритмаларни оптималь ишга тушириш

Таянч сўз ва иборалар: Энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

5.1 Асинхрон электр юритмалари динамик режимларини оптималь бошқариш

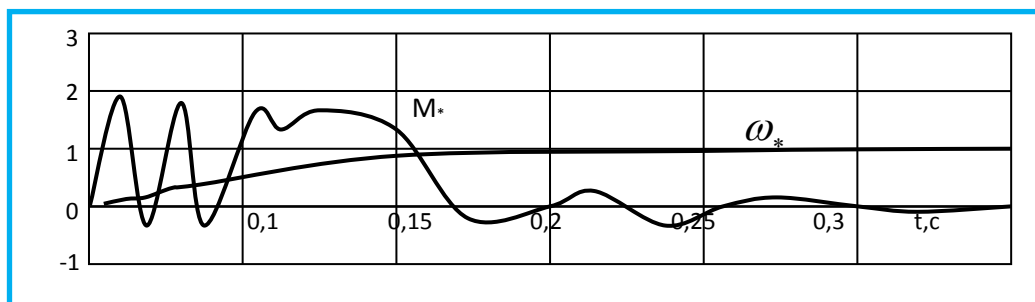
Тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмаларни статик режимларида электр энергиядан иқтисод қилиш билан бир қаторда динамик режимларида ҳам электр энергиядан самарали фойдаланиш мумкин. Асинхрон электр юритманинг динамик режимларига ишга тушириш, тезликни растлаш ва тўхтатиш режимлари киради [8]*.

Асинхрон моторларни тўғридан тўғри-тармоқ кучланишини бошқармасдан ишга тушириш вақтида ишга тушириш токининг нминаль статор токига нисбатан 6 – 7 марта катта бўлиши статор чулғамида электр энергия исрофини ошиб кетишига олиб келади, агар асинхрон мотор ва ишчи механизмларнинг инерцион моменти катта бўлса, ўтиш жараёнининг чўзилиб кетади. Натижада статор чулғами изоляциясининг рухсат этилган ҳароратидан юқори даражада қизишига олиб келиши ва мзоляциянинг ишдан чиқиши мумкин. Шунинг учун ҳам тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон моторларни ишга туширишда частотани маълум қонуният бўйича бошқариб ишга тушириш статор токининг ўта ошиб кетишидан сақлайди ва шунда асинхрон мотор иссиқлик режими бўйича маъкул ишга туширилади.

Маълумки, асинхрон моторларни тўғридан-тўғри ишга тушириш вақтида катта электр магнит моментлари ва тоқлар юзага келади. Электр магнит моментларнинг катта амплитудали силтанишлари асинхрон мотор статор чулғамида ҳавфли динамик юкланишларни ҳосил қилиши мумкин ва шунингдек, электр юритманинг кинематик занжирларида механик зўриқларни юзага келтириши ҳам мумкин. Ишга тушириш ва тўхтатишларнинг силлиқ кечишини шаклантириш, яъни катта динамик зўриқишларни шаклланишинга йўл қўйилмаслик асинхрон моторнинг ишлаш муддатини узайтиради. Бундан ташқари катта қувватили асинхрон моторларни силлиқ ишга тушириш ва тўхтатиш жараёнларида электр юкланишларнинг амплитудаларининг таъминловчи тармоққа таъсири йўқотилади ва бу ўз навбатида тармоқнинг бошқа истеъмолчиларга ижобий таъсир этади.

5.1 – расмда А4-457-УХ-8У3 4А132М6 ($P_{ном} = 500$ кВт) а синхрон моторни тўғридан – тўғри ишга тушириш вақтидаги $M_*(t)$ электр магнит момент, $\omega_*(t)$ бурчак тезлиги ва статор токи $i_{1\bullet}(t)$ оний қийматларининг ўзгариш тавсифлари келтирилган.

* [8] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 23-25



5.1 – расм.

5.2 Асинхрон электр юритмалари динамик режимларини оптималь бошқариш усуллари

Ҳозирда тезлиги частотни ўзгартириб ростланадиган асинхрон моторларни ишга тушириш ва тўхтатиш ҳамда динамик хусусиятларни яхшилаш жараёнларини оптималь усуллари билан бири, бу асинхрон моторнинг статор чулғамларида ўзгарувчан амплитудали кучланишни шакллантиришдир. Бу усул параметрик усул деб ҳам аталади, ижобий хусусиятлари ҳисобига кенг тарқалган. Унинг афзаллиги соддалиги ва техник ишлаб чиқариш осонлигидир.

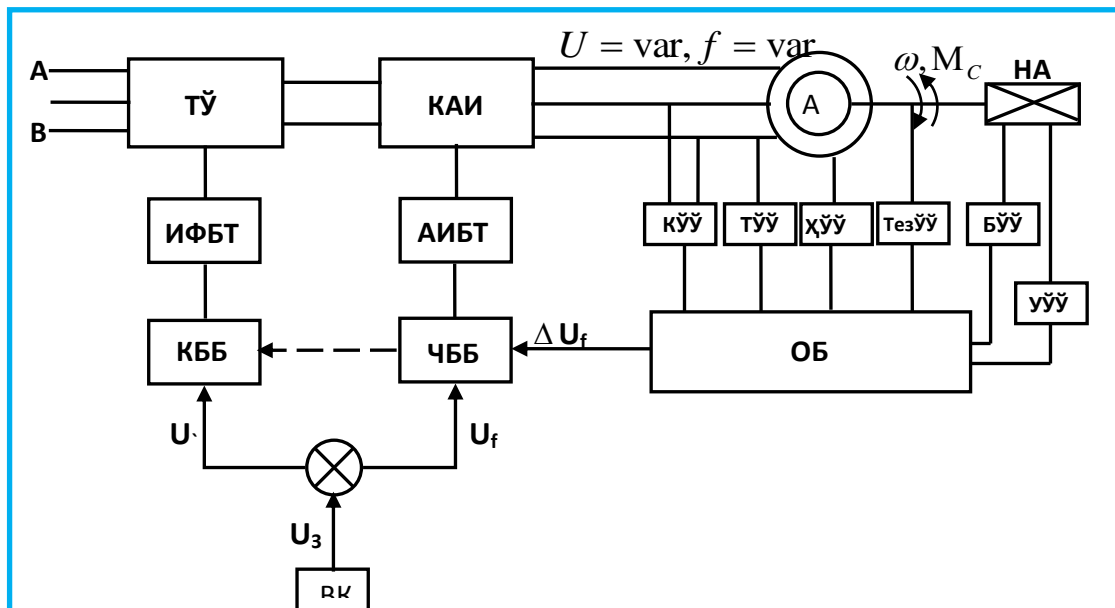
Асинхрон моторларни оптималь параметрик бошқариш масаласи қуйидагича ечилади. Бошқарилувчи координаталарини аниқлаймиз, бу тқлар, электр магнит момент, ротор тезлиги ва ҳ.к. бўлиши ҳамда асинхрон моторни номиналь тезлигигача ишга тушириш жараёнида оптималь юшқариш таъсири ва тўхтатиш жараёнида ротор тезлигининг тўлиқ тўхташи бўлиши мумкин. Бутун цикл учун функционални минимумлаштирамиз. Бошқариш кўрсаткичи сифатида γ – статор чулғами кучланишининг нисбий қийматини оламиз.

Оптимальлашни максимум принципи бўйича ва математик модели негизда Ньютон–Рафсон усули билан амалга оширамиз, частота 50 Гц га тенг деб қабул қилинади.

5.3 Асинхрон электр юритмаларни оптималь ишга тушириш

Асинхрон моторни очик тизим бўйича ишга туширилганида статор чулғами кучланишини силлик ўзгартириш натижасида зарбли моментлар, ишга тушириш тоқлари, қувват исрофлари ва истеъмол қилинаётган реактив қувват қийматлари камайиши мумкин. Асинхрон электр юритмани частотани ўзгартириб силлик ишга тушириш ва энергетик кўрсаткичларининг ўзгаришини кўриб чиқамиз. Ечиладиган масала, асинхрон моторни силлик частотна ўзгартириб ишга тушириш ўтиш жараёнлари сифат кўрсаткичларини ва энергетик кўрсаткичларининг (частота ўзгарткичи куч схемасининг киришидаги электр исрофлари ва реактив қувват истеъмоли) ўзгариши кўриб чиқилади. Очик тизимдаги тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмани силлик ишга тушириш вақтида ишга тушириш силлик кечиши учун частотани ўзгартиришнинг суръати танланади. Шу сабали ҳам частотнаниннг ўзгариши вақтининг ишга тушириш жараёнига ва энергетик кўрсаткичларининг ўзгаришига таъсири муҳимдир. МЙсол тариқасида насос агрегатининг автоматлаштирилган тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмасини силлик частотани ўзгартириб ишга туширишни кўриб чиқамиз.

5.2 – расмда насос агрегатининг экстремаль бошқариладиган энергия тежамкор автоматлаштирилган тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмасининг функциональ схемаси келтирилган.

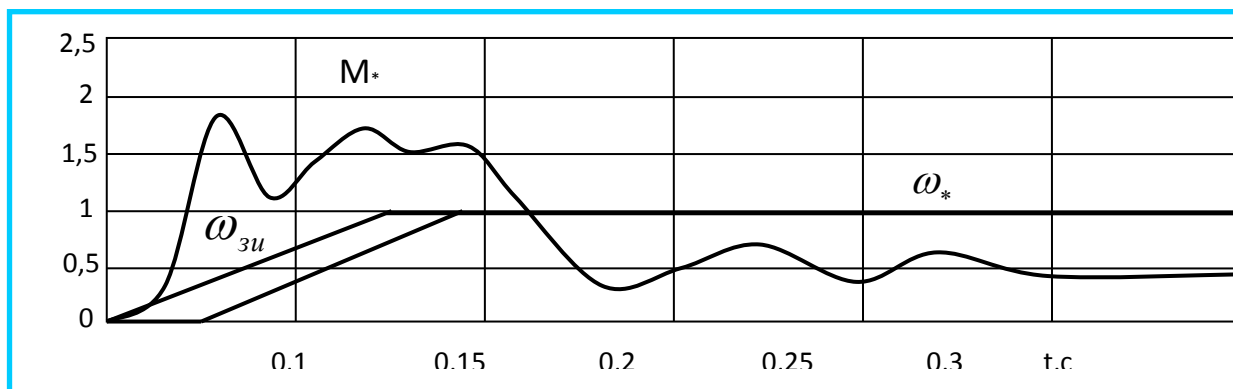


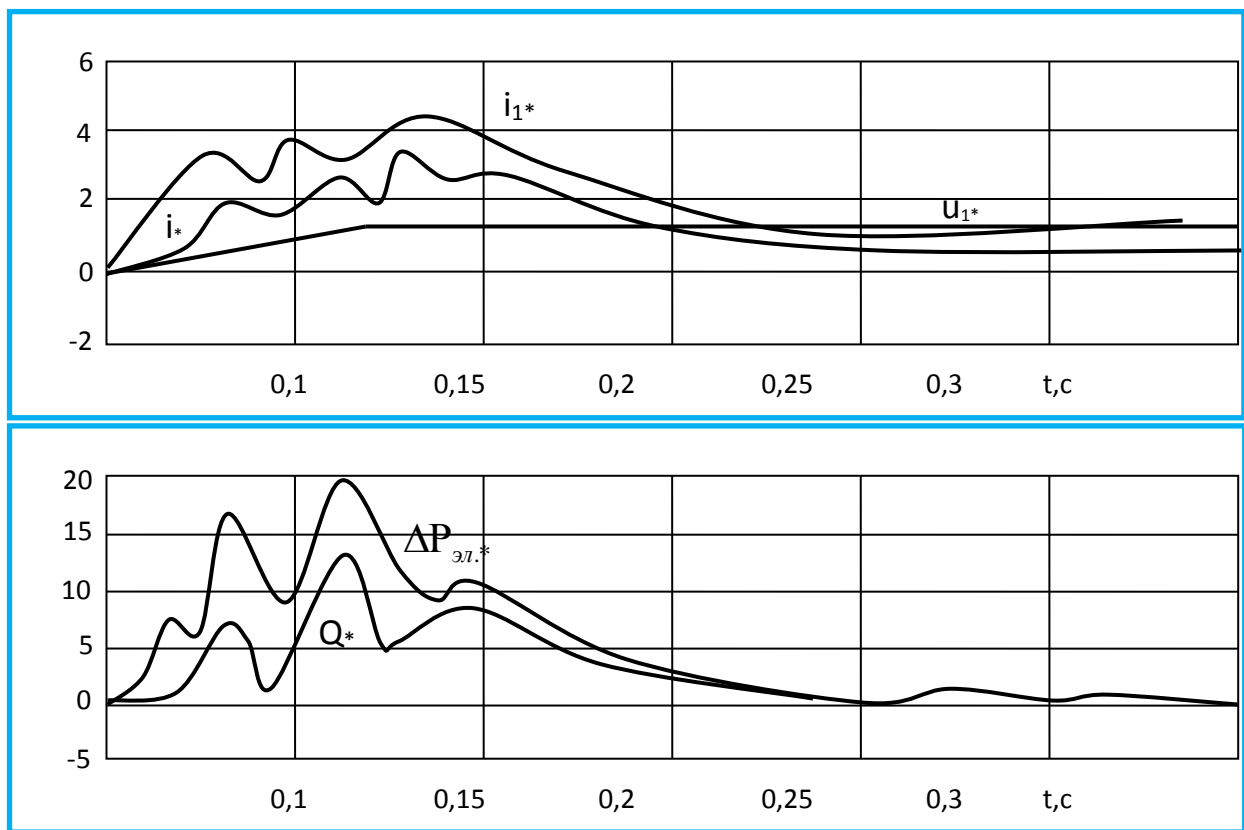
5.2 – расм.

5.2 – расмда куйидаги белгилашлар қабул қилинган: ТЎ – тиристорли ўзгарткич; КАИ – кучланиш автоном инвртори; А – асинхрон мотор; НА – насос агрегати; ИФБТ – импульс-фазали бошқарув тизими; АИБТ – автоном инвертор бошқарув тизими; КЎЎ, ТЎЎ, ТезЎЎ, ХЎЎ, БЎЎ, УЎЎ – мос равишда кучланиш, ток, тезлик, ҳарорат, насос агрегатининг босими ва узатиш ўлчов ўзгарткичлари; КББ ва ЧББ – мос равишда кучланиш ва частотани бошқариш блоклари; ОБ – оптималлаш блок; ВҚ – вазифаловчи қурилма; U , U_f – молс равишда кучланишни ва частотани бошқарувчи сигнал; U_3 – бошқарувчи сигнали; ΔU_f – частотанинг тўғриланувчи қиймати.

ВҚ нинг чиқишида поғонали бошқариладиган U_3 асинхрон моторнинг ω_1^* бурчак тезлигини чизикли ўзгаришини таъминлайди. КББ $u_1^* = f(\omega_1^*)$ шаклантиради. Вазифаловчи сигналлар ω_1^* ва u_1^* частота ω_1 ҳамда ташкил этилувчи биринчи гармониканинг кучланиш амплитудаси u_1^* аниқлайди. Асинхрон моторнинг M^* ва ω_* қийматлари берилган вазифаловчи қурилма сигналлари учун $T_{зи} = 0,12$ с (5.3, а - расм) и $T_{зи} = 0,6$ с (5.3, б - расм). тажриба асосида аниқланади.

Физик моделда аниқланган моментлар, тезлик ва статор токи қийматлари асосида асинхрон моторнинг ишга тушириш вақтидаги электр ва реактив қувват исрофлари аналитик ҳисобланади.





5.3 – расм. А4-457-УХ-8У3 типидagi асинхрон моторли тезлиги ичастотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритманинг $M_c^* = 0,5M_{ном}$ ва $T_{зи} = 0,12$ с кўрсаткичлари учун силлиқ ишга тушириш тавсифлари

Асинхрон моторнинг барча ўзгарувчан кўрсаткичлар учун, ротори тезлигини ҳисобга олмаган ҳолда, уларнинг базис кўрсаткичлари деб уларнинг номиналь қийматлари қабул қилинади. Ротори тезлигининг базис қиймати деб, номиналь частотадаги идеаль салт юриш тезлиги қабул қилинади.

Назорат саволлари:

1. Асинхрон электр юритмалари динамик режимларини оптимал бошқариш учун қандай қурилмлардан фойдаланиш мумкин?
2. Асинхрон электр юритмалари динамик режимларини оптимал бошқариш усулларини келтиринг.
3. Асинхрон электр юритмаларни ишга тушириш жараёнини оптималлаштириш қандай амалга оширилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

7. А.А. Khashumov, I.K. Pampias. *Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations*. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
8. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. *Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография.* – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
9. Хашимов А.А. *Специальные режимы частотно-управляемых асинхронных электроприводов. Монография.* – М.: Энергоатомиздат, 1994.

6- мавзу: Энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларни яратишнинг техник ечимлари

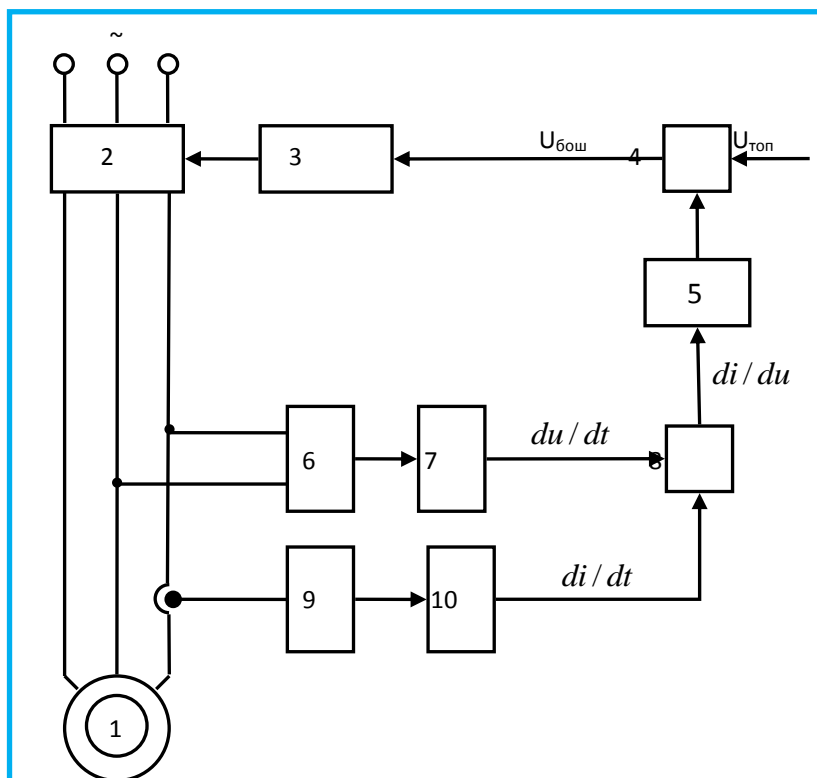
Режа:

1. Қандай ҳолларда асинхрон моторнинг минимум статор токи режимда ишлатилади
2. Минимум статор токи режимининг қандай афзалликлари ва камчиликлари бор
3. Изланувчи тизимларнинг ишлаш асослари

Таянч сўз ва иборалар: энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

6.1 Қандай ҳолларда асинхрон моторнинг минимум статор токи режимда ишлатилади

Энергия тежамкор контроллерли асинхрон электр юритма куйидаги тартибда ишлайди. (6.1-расм): Сумматор (жамловчи) 4 нинг биринчи киришига топширик сигнали $U_{\text{топ}}$ берилади (ушбу холда узгармас токнинг ростланадиган кучланиши) асинхрон мотор 1 нинг ишга тушиб кетиши вақтида электр юритма токнинг минимуми билан ишлаш режими кузда тутилмаганлиги учун хотира блоки 5 берк холатда булади ва тиристорни бошқариш блоки 3 нинг киришига жамловчи 4 нинг чиқишидан $U_d = U$ топ сигнали берилади [9]*.



6.1 – расм. Контроллерли энергия тежамкор асинхрон электр юритманинг блок схемаси

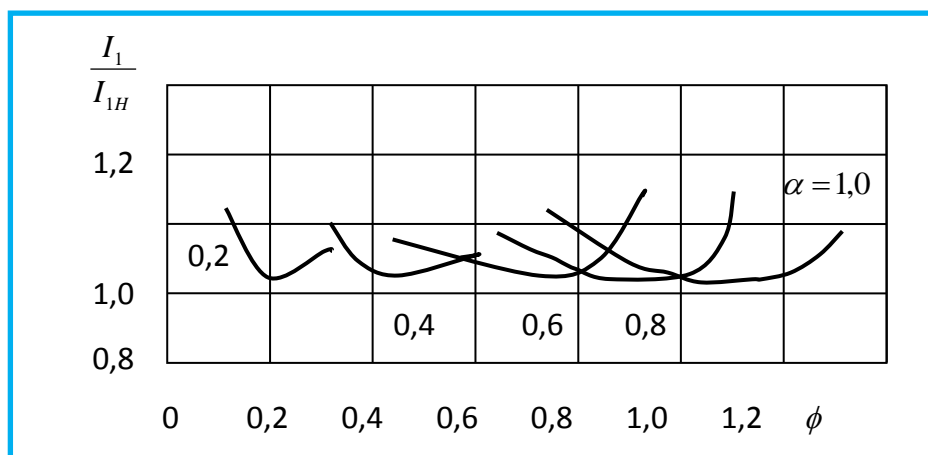
Бу катта ток тиристорлар блоки 2 да U_{max} шаклланишга мос келади, бу кучланиш двигател 1 нинг кучланиши U_U га тенг. Мотор 1 ишга тушиб булгандан катта ток тиристорлар блоки 2 нинг чиқишида кучланиш двигател 1 нинг юклама токи буйича

* [9] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 26-28

бевосита ток датчиги 9 оркали ростланади. Сигнал ток датчиги 9 дан токни дифференциаллаш чиқишида di/dt снгнали булади, бу сигнал кучланишни дифференциаллаш блоки 7 дан олинандиган сигнал, бу ерда кучланиш датчиги 6 нинг чиқишидан олинандиган сигнал дифференциалланади. Булиш блоки 8 да булиш операцияси бажарилади. Бу сигнал булиш блоки 8 ни чиқишидан жамлагич 4 нинг иккинчи киришига хотира блоки 5 оркали берилади. Хотира блоки хисоб –калитли режимда ишлайди, яъни уни чиқишида сигнал бор булса 5 блокда хозирги ва олдинги сигналларни di/du солиштириш бажарилади, ва минимум шарти бажарилган вақт моментида $di/du=0$ хотира блок 5 нинг чиқишида di/du нинг олдинги қиймати махкамланиб қолади, бу эса юкланганлигига караб, двигател 1 га кучланишнинг оптимал қийматини беради.

6.2 Минимум статор токи режимининг қандай афзалликлари ва камчиликлари бор

Тезлиги частотани ўзгартириб ростланандиган асинхрон моторларни минимум статор токи режимда ишлатишнинг асосий афзалликларидан бири маълум ўзгармас статик момент қиймати учун частотанинг ростлаш диапазонида статор токи қиймати ўзгармасдан қолади. Маслан, 6.2 – расмда юкланиш моменти $\mu_c = 0,8$ бўлганида частота нисбий қийматининг $\alpha = 0,2 - 1,0$ оралиғида ўзгартириб тезлиги ростланганида статор токининг магнит оқимиға боғлиқ ўзгариш тавсифлари келтирилган. Асинхрон мотор частотанинг $\alpha = 1,0$ қийматида ишлаётганида магнит оқимининг $\phi = 1,15$ қийматида бўлиши статор токининг минимал бўлишини таъминлайди ва моторнинг магнит тизими тўйинган бўлади[10]*.



6.2 – расм. Частотаси ўзгартирилиб тезлиги ростланандиган 4A100L4У3 русумли асинхрон мотор валидаги юкланиш моменти $\mu_c = 0,8$ тенг бўлгандаги тезлиги частотанинг $\alpha = 0,2 - 1,0$ ўзгариши оралиғида ростлангандаги статор токининг магнит майдониға боғлиқ равишда ўзгариш тавсифлари

Частотанинг бошқа қийматларида, яъни частотанинг номинал қийматидан камайиб бориши билан статор токи тавсифларининг минимал нуқталари магнит оқимининг камайиши томонига қараб силжиб боради ва моторнинг магнит тизими тўйинмаган ҳолда бўлади. Масалан, $\alpha = 0,2$ бўлганида статор токининг минимал қиймати магнит оқимининг $\phi = 0,21$ қийматига тўғри келади.

* [10] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 26-28

6.3–расмда статор токининг энг кичик қийматида ишлайдиган частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган автоматлаштирилган асинхрон электр юритманинг блок схемаси тасвирланган.

Автоматлаштирилган электр юритма тизимининг таркибий тузилиши: асинхрон мотор М ва унинг статор чулғамига билвосита тиристорли частота ўзгарткич ЧЎ нинг куч схемаси КС уланган, ЧЎ нинг частотани бошқариш тизими ЧБТ га тўғридан тўғри вазифаловчи қурилмадан берилётган вазифаловчи сигнал U_B уланган, кучланишни бошқариш тизими КБТ га функционал ўзгарткич ФЎ нинг биринчи кириш қисми орқали U_B сигнал берилади, иккинчи кириш қисмига хотира қурилма ХҚ нинг чиқиш қисми уланган, ХҚ нинг кириш қисмига бўлиш блокининг чиқиш қисми уланган, ББ нинг иккинчи кириш қисмига биринчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг чиқиш қисми уланган, 2ДҚ нинг кириш қисмига кучланиш ўлчов ўзгарткичи КЎЎ нинг чиқиш қисми уланган, КЎЎ нинг кириш қисми эса статор чулғамига берилётган линия кучланишига уланган, ББ нинг биринчи кириш қисми иккинчи дифференциалловчи қурилма 2ДҚ нинг чиқиш қисмига уланган, 2ДҚ нинг кириш қисми эса ток ўлчов ўзгарткичи ТЎЎ нинг чиқиш қисмига уланган, ТЎЎ нинг кириш қисми эса статор токи занжирига уланган.

Асинхрон электр юритма қуйидаги тарзда ишлайди: вазифаловчи сигнал U_B ЧБТ га бошқарув частотага мос сигнални узатади ва бу сигнал бир пайтда 1ФЎ га ҳам берилиб, юкланиш моменти характериға мос равишда $\gamma = \alpha$ ифода бўйича ростлаб КБТ га узатилади. ЧЎ нинг куч схемаси КС нинг чиқиш қисмидан асинхрон мотор М нинг статор чулғамига мотор валидаги юкланиш моментиға мос частотали кучланиш берилади. Мотор валидаги юкланиш номинал қийматда бўлса, яъни $\mu_C = 1,0$ бўлганида, у ҳолда ХҚ нинг

чиқиш қисмидаги сигнал $\frac{dI_1}{dt} = 0$ бўлади. Юкланиш моменти $\mu_C < 1,0$ бўлса, у ҳолда

ТЎЎ да статор токиға мос эквивалент сигнал ҳосил қилинади.

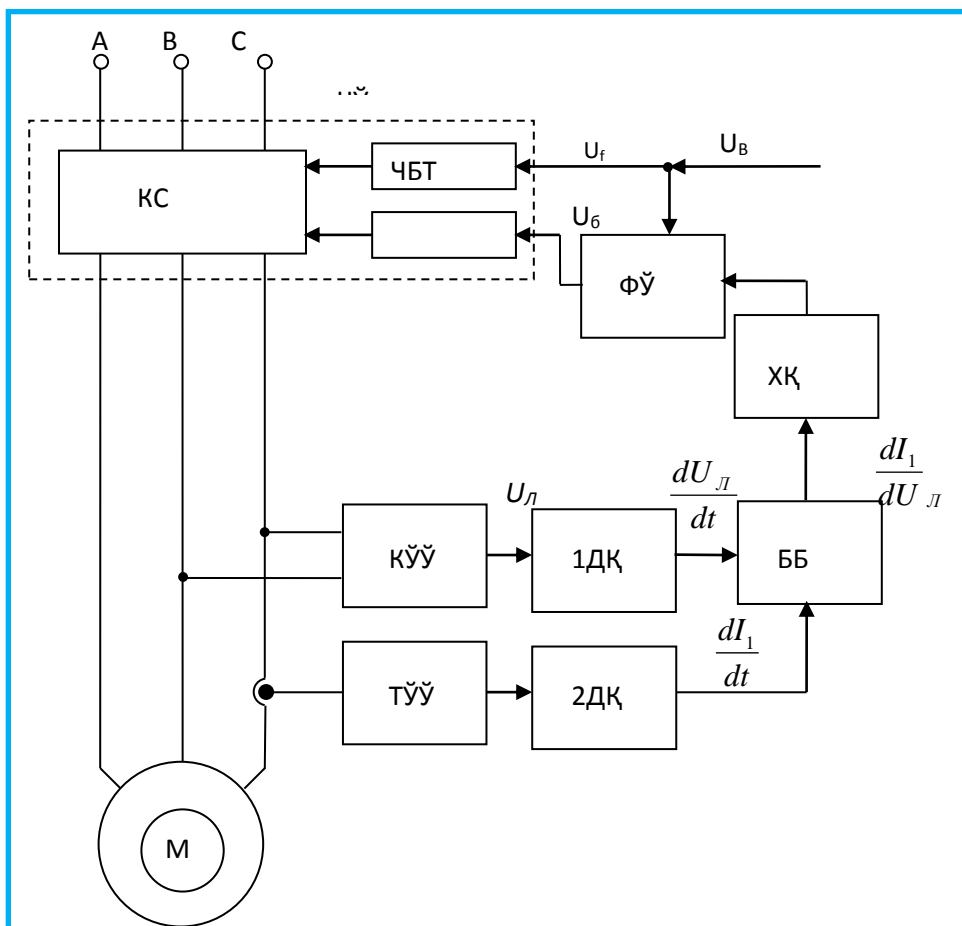
Бу сигнал 2ДҚ нинг кириш қисмиға юборилади ва у ерда вақт бўйича

дифференциалланиб, $\frac{dI_1}{dt}$ ББ нинг биринчи кириш қисмиға юборилади ва шунингдек ББ

нинг иккинчи кириш қисмиға КЎЎ дан олинган кучланиш 2ДҚ да вақт бўйича

дифференциалланган $\frac{dU_{\text{л}}}{dt}$ сигнал берилади. ББ да бўлиш амали бажарилиб вақт бўйича

боғланмаган $\frac{dI_1}{dU_{\text{л}}}$ сигнал ҳосил қилинади.



6.3 – расм. Статор токининг энг кичик қийматида ишлайдиган частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган автоматлаштирилган асинхрон электр юритманинг блок схемаси

$\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}} = 0$ шартининг бажарилиши асинхрон моторнинг минимал статор токи режимда

ишлашни таъминлайди. Бу шартнинг бажарилмаслиги $\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$ нинг маълум қийматга эга

бўлишига олиб келади ва бу сигнал ХҚ орқали ФЎ нинг иккинчи кириш қисмига узатилади. Бу ерда реал юкланиш моменти ва частотани ҳисобга олган ҳолда моторнинг минимал статор токи режимда ишлашни таъминловчи бошқарув кучланишини юзага

келтиришда иштирок этади $U_B = U_f \mp \frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$. Сигнал $\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$ ХҚ да кейинги юкланиш

моменти ва шунингдек частота қийматининг ўзгаришига қадар сақланиб турилади.

Бу автоматлаштирилган асинхрон электр юритма блок схемасидаги қурилмалари ва блокларини ягона микропроцессорли тизимга бириктириш электр юритманинг функционал имкониятларини ва тезкорлигини ошириши билан бирга конструктив ихчамликка ҳам олиб келади.

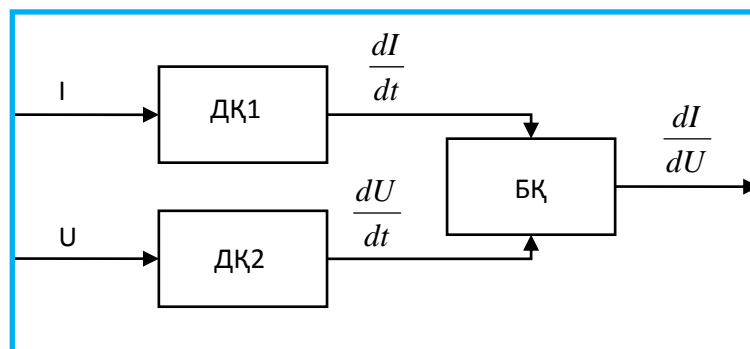
6.3 Изланувчи тизимларнинг ишлаш асослари

Тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмаларнинг электр ва энергетик кўрсаткичларини оптимал бошқаришда экстремал бошқариш принциплари қўлланилади. Бунда ўзгарувси электр ва энергетик кўрсаткичларнинг узлуксиз бўлиши шarti бажарилиши керак. Маълумки, бошқарилувчи ўзгарувчан ток ўзгарткичларнинг чиқишидаги асинхрон моторининг статор чулғамидаги ток қиймати ишчи механизм статик моменти билан тўғри пропорционал боғланган бўлади. Асинхрон мотор ўқидаги механик юкланишнинг ўзгариши асинхрон мотор статор чулғамидаги токнинг ўзгаришига олиб келади. Асинхрон мотор энди янги иш режимига ўтиб ишлайди, яъни моторнинг актив қуввати ўзгармаган ҳолда унипнг тармоқдан олаётган реактив қуввати реалъ механик қувватга нисбатан ўзгаради, натижада қувват ва фойдали иш коэффициентлари ўзгаради [11]*. Бу коэффициентларнинг мотор паспортида келтирилган қийматларга яқин қилиш учун статор чулғамига берилаётган кучланишни ўзгартириш керак бўлади. Кучланишни ўзгартириш учун, масалан асинхрон мотор минимум статор токи режимда ишлатиш танланган бўлса, у ҳолда

$$\frac{dI}{d\phi} \approx \frac{dI}{dU} = 0,$$

шarti бажарилиши керак бўлади. Тенгламадаги магнит оқимини кучланиш билан алмаштириш экстремал бошқариш тизимини соддалаштиришга олиб келади.

6.4 – расмда келтирилган тенгламанинг блок схемаси тасвирланган.



6.4 – расм.

Асинхрон моторнинг ҳақиқий қиймати ДҚ1 да вақт бўйича дифференциалланиб бўлиш блоки ББ нинг биринчи кириш қисмига юборилади, статор кучланиши ДҚ2 да вақт бўйича дифференциалланиб ББ нинг иккинчи киришига юборилади ва ББ да бўлиш амали бажарилади

$$\frac{dI}{dU} / \frac{dU}{dt} = \frac{dI}{dU}$$

ва бу сигнал кучланиш блокига узатилади (асинхрон мотор частота ўзгарткичдан таминланаётган бўлса) ёки ИФБТ га юборилади (асинхрон мотор тиристорли кучланиш ростлагичдан таъминланаётган бўлса). Бу ББ да ҳосил бўлган сигнал олдин хотира қурилмаси ХҚ да сақланаётган олдинги қиймати билан солиштирилади ва қиймати фарқли бўлса ХҚ сигнал билан алмаштирилади.

* [11.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 29-30

Назорат саволлари:

1. Қандай ҳолларда асинхрон моторни минимум статор токи режимида ишлатилади?
2. Минимум статор токи режимининг қандай афзалликлари ва камчиликлари бор?
3. Изланувчи тизимлар қандай ишлайди?

Фойдаланилган адабиётлар:

10. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. *Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations*. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
11. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
12. Хашимов А.А. Специальные режимы частотно-управляемых асинхронных электроприводов. Монография. – М.: Энергоатомиздат, 1994.

7- мавзу: Микропроцессорли бошқариш асосида энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларни яратиш

Режа:

1. Микропроцессорли бошқариладиган энергия тежамкор электр юритмалар тузилиши асослари
2. Микропроцессорли бошқаришнинг афзалликлари
3. Микропроцессорли бошқаришнинг электр юритма техник-иқтисодий ва эксплуатацион кўрсаткичларига таъсири

Таянч сўз ва иборалар: Энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткичи, олтимал бошқарув, энергетик мезонлари, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, бошқарув тизимлари, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти.

7.1 Микропроцессорли бошқариладиган энергия тежамкор электр юритмалар тузилиши асослари

Бошқаришнинг бир қисми қаттиқ мантиқий қурилмалар ёрдамида бажарилади. ЭМТ ларни микропроцессорли бошқаришнинг таркибий тузилиши турлича бўлиши мумкин. 7.1 – расмда Электромеханик тизимларнинг асосини ташкил этувчи электр юритмаларни (ЭЮ) микропроцессорли бошқариш тизимининг типик таркибий тузилиши келтирилган ва бу тизим қуйидаги асосий қурилма ва блоклардан иборат [12]*:

1 – микро ЭХМ ёки оператор билан алоқа қурилмаси (АҚ).

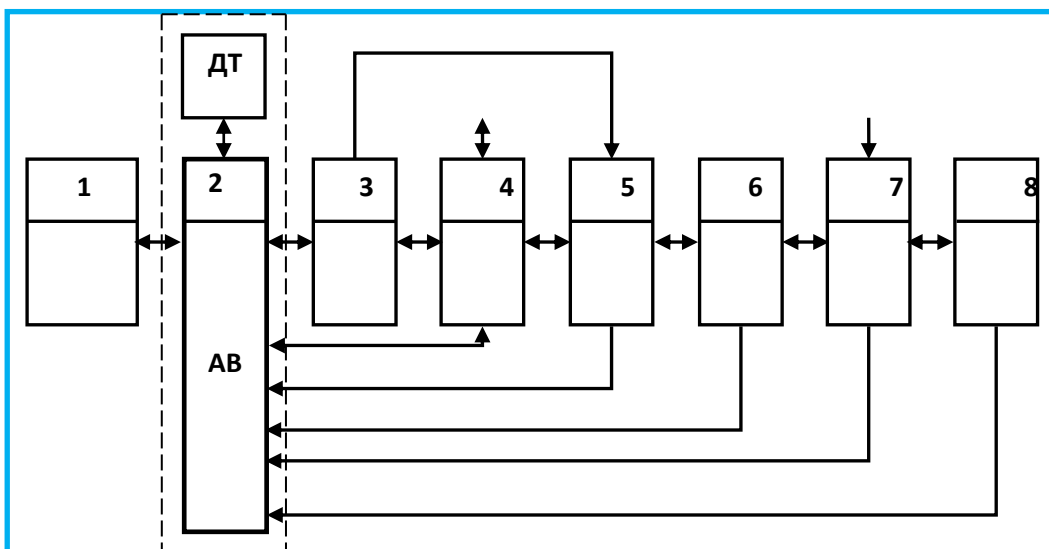
2 – аппарат воситалари (АВ) ва дастурий таъминот (ДТ) дан иборат бўлган бошқарувчи ҳисобат қурилмаси (БХҚ).

Аппарат воситалари – бу қатъий коммутация амалларини бажарадиган автомат бўлиб, махсус дастурлардан фойдаланиш ҳисобига ўзига хос қўлланишга эга бўлган функционал қисм ҳисобланади. Бошқариш тизими БХҚ ва ЭХМ дан АҚ орқали берилётган командалар асосида 3 – 8 қурилмаларнинг чиқиш қисмларида ҳосил бўлган сигналларни ва бошқариш сигналларини ишлаб чиқарадиган марказий қисмдир.

3 – қатъий мантиқий қурилма (ҚМК) бошқариш аппаратлари айрим блоклари қатъий уланган тизимни ташкил этади. Бу аппаратлар ЭХМ ишдан чиққанда бошқариш жараёнини мустақил равишда давом эттиришга хизмат қилади. Кўп ҳолатларда, агар ЭЮ ни бошқаришда юқори тезкорлик талаб этилса, у ҳолда бу блоklar ёки уларнинг қисмлари автоматик ишлаш режимида иштирок этади. ҚМК нинг чиқиш сигналлари таъминот манбаи (ТБ) ва куч ўзгартгич (КЎ) киришларига берилади.

4 – бошқариладиган таъминот манбаи (ТМ). Частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон электр юритмалар учун ТМ сифатида тиристорли ёки транзисторли частота ўзгартгичлар қўлланилади. «Импульс кенглиги ўзгартгичи – ўзгапрмас ток мотори» тизимида бошқарилмайдиган тўғирлагич ТМ сифатида ишлатилади. «Бошқарилувчи тўғирлагич – ўзгармас ток мотори» тизимида эса ТМ ва бошқарилувчи ўзгартгич (БЎ) функцияларига кўра бирлаштирилган бўлади. ТМ бошқариш сигналинини БХҚ ва ҚМК лардан олади, тескари боғланиш занжири бўйича диагностика ва кўрсаткичлари ҳолати тўғрисида ахборотлари юборилади.

* [12] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 30-32



7.1 – расм. Микропроцессорли бошқариладиган электр юритманинг таркибий тузилиши

5 – бошқарилувчи ўзгартгич (БЎ) электр юритма куч занжирини талаб этилган кўрсаткичлардаги электр энергия билан таъминлайди. Одатда, БЎ лар бошқарилувчи тўғирлагич, импульс кенглиги бошқариладиган ўзгарткичлар, ўзгарувчан ток кучланиши ростлагичлари, частота ўзгартгичлардан иборат бўлади. Моторнинг қандай турдагига қараб ва қандай иш режимида ишлашига мос равишда БЎ да ҚМҚ ва БХҚ ларидан бериладиган сигналлар ҳамда тескари боғланиш занжирларидан олинаётган ахборотлар асосида электр энергиянинг кўрсаткичлари ростланади.

6 – электр мотор (М) тезлик, актив қисмларининг ҳароратини назорат қилувчи ўлчов ўзгартгичлари ва моторнинг ўзидан иборат модулни ташкил этади.

7 – узатиш қурилмаси (УҚ): уланиш муфтаси, редуктор ва зарур бўлган тезлик, тезланиш, момент ва ҳ.к. ўлчов ўзгартгичларидан иборат. Баъзи бир ҳолларда электромагнит муфталарнинг қўлланилиши электр юритма тезлигини ростлаш имконини берадиган мураккаб узатиш қурилмалари ҳам қўланилади.

8 – технологик машина ва механизмларнинг ижрочи органи (ИО) мос ўлчов ўзгартгичлари билан бирга масалан, кескич, қамрагич, ва ҳ.к. лар ҳам бўлиши мумкин.

Кўпгина ҳолларда конструктив жиҳатдан бир неча қурилмалар битта модулга бирлаштирилган бўлиши мумкин. Масалан, мотор – транспорт саноат роботи ғилдирагининг модули БЎ, М, УҚ ВА ИО ҳамда уларни бошқарадиган МП тизимидан иборат бўлади. Модулда баъзи бир қурилмалар, масалан, конструктив жиҳатдан ИО билан бирлашган юритмаларда УҚ бўлмаслиги ҳам мумкин.

Ўзаро фуқционал боғланишларни тушуниш учун ахборотларнинг ўтишини кўриб чиқамиз. Тизимнинг асосий ахборот компененти сифатида микро ЭХМ ёки дастурланадиган контроллер қўлланиладиган БХҚ дир. БХҚ нинг киришига бошқа ЭХМ дан ҳам ахборотлар келиб тушади. БХҚ ЭХМ дан бир неча метр ва ундан ортиқроқ масофада жойлашган бўлса, бу кўрсатма ахборот кетма – кет код тарзида узатилади. Лекин шу билан бирга БХҚ параллел кодда (8 ёки 16 разрди) ишлайди. Кодларни ўзгартириш учун тутатиш қурилмаси ишлатилади. БХҚ ни тизимнинг 3 – 8 қурилмалари билан алоқаси (боғланиши) аналог, рақамли ва импульс сигналлар ёрдамида амалга оширилади. Бунинг учун БХҚ таркибида аналог – рақамли, рақам – импульсли (РИЎ), импульс – рақамли (ИРЎ) ўзгартгичлар киритилади. Оператор билан боғланиш учун киритиш – чиқариш қурилмаси ишлатилади. Бу қурилма сифатида дисплейга эга бўлган пулт, чоп этувчи қурилма ва ҳоказолар қўлланилади.

БХҚ, ТМ ва БЎ кўрсаткичларининг ҳолати ва жараённинг кечиши тўғрисида ўлчов ўзгартгичлардан ахборот келиб туради. Бу ахборотлар ишлаш қобилиятини назорат қилиш ва бошқариш сигналларига тузатиш киритиш учун ишлатилади.

Мотор, оралиқ қурилма ва иш органлари ҳам ҳолат ўлчов ўзгартгичлари билан таъминланган ва улардан ахборот доимий равишда ёки талаб этилганда БХҚ га бериб турилади.

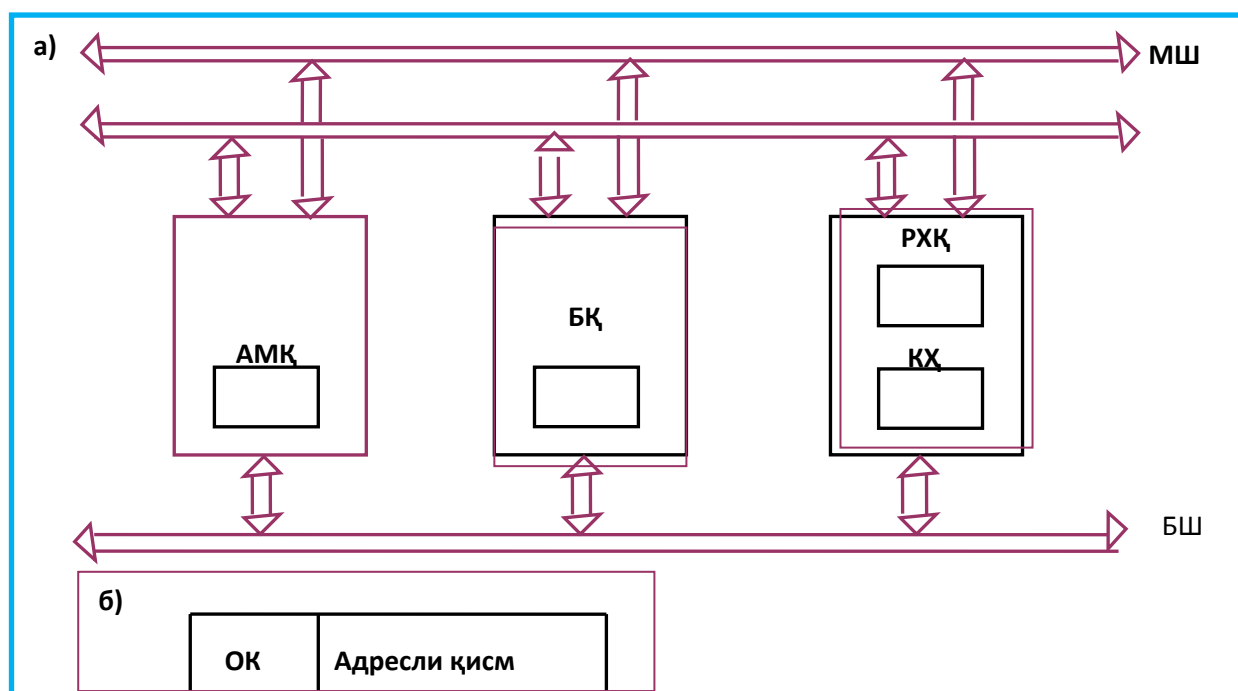
7.2 Микропроцессорли бошқаришнинг афзалликлари

Микропроцессор (МП) деб бир ёки бир неча катта интеграл схема (КИС) лар базасида яратилган ва рақамли информацияларни қайта ишлаш ҳамда улар асосида бошқариш жараёнларини амалга оширувчи дастурий бошқариладиган қурилмага айтилади.

Микропроцессор хотирасига жойлаштирилган дастурни ўзгартириш мумкин бўлгани учун ҳам мосланувчан алгоритм бўйича ишлаш жараёнини бошқариш мумкин. МП ларнинг ишлатиш жараёнида бошқарув функциясининг ўзгаришини хотирасидаги бошқа дастур билан алмаштириш натижасида амалга оширилади.

Микропроцессорнинг таркибий схемаси. Бу схемага (7.2а – расм) арифметик – мантиқий қурилма (АМҚ), бошқариш қурилмаси (БҚ) ва регистрли хотира қурилмаси (РХҚ) киради. МП нинг бу асосий қисмлари қуйидаги боғланиш линиялари – шиналар маълумотлар шинаси (МШ), адреслар шинаси (АШ) ва бошқариш шинаси (БШ) лар билан ўзаро боғланган бўлади.

Арифметик – мантиқий қурилманинг вазифаси иккилик ҳисоблаш тизимида берилган қийматлар устида арифметик ва мантиқий амалларни бажаришдир. Бу амаллар бажариладиган қийматлар операндлар деб ататлади. Амалларни бажаришда одатда иккита операндлар иштирок этади, улардан бири алоҳида регистр – аккумулятор А да сақланади, иккинчиси эса РХҚ регистрларида ёки МП нинг хотирасида сақланади. АМҚ баъзида МП нинг амалий қисми деб ҳам номланади.



7.2 – расм. Микропроцессорнинг схемаси (а) ва командалар таркиби (б)

МП блокларининг ишлашини таъминловчи бошқариш сигналларини ишлаб чиқариш **бошқариш қурилмасида** амалга оширилади. БҚ таркибига командаларнинг бажарилиши вақтини қайд қилувчи командалар регистри КР киради.

Микропроцессор хотирасига ёзилган дастур асосида ишлайди.

Дастур. Ахборотларни берилган алгоритм бўйича қайта ишлашини таъминловчи командалар кетма – кетлиги дастурни ташкил этади. Таъкидлаш лозимки, дастурнинг командалари аниқ кетма – кетликда ёзилган бўлиб, кадамба – кадам бажарилади.

Дастурнинг ҳар бир командаси, қайси операндлар билан қандай амаллар бажарилиши керак ва амаллар натижаларини қайси адресларга жойлаштириш кераклиги тўғрисида ахборотларга эга бўлиши лозим. Бунинг учун команда 7.2б – расмдаги тузилишга эга бўлиши керак. Команданинг биринчи қисми амаллар коди АК, яъни операндлар устида бажариладиган амалларнинг характери тўғрисида ахборотларга эга бўлиши керак (масалан, қўшиш, мантиқий таққослаш ва ҳ.к.). Команданинг иккинчи қисми – амаллар бажарилаётган операндларнинг жойлашган адреслари ва натижалари қайд қилиниши керак бўлган регистрлар ёки хотира ячейкалари тўғрисида ахборотларга эга бўлиши керак.

Командалар, адреслар ва операндлар иккилик ҳисоблаш тизимидаги кўп разрядли сонлар билан ифодаланади. Бу сонлар ҳамма рақамли қурилмаларидаги каби кучланишнинг юқори ва паст даражаларида ифодаланади. Замоनावий МП саккиз ва ўн олти разрядли сонлар устида амаллар бажаришга мўлжалланган.

МП нинг дастури бир неча усулар билан ёзилиши мумкин. Биринчи усул, командалар тўғридан – тўғри машина тилида ёзилади. Бундай усулда дастур тузиш кўпгина ҳоларда ноқулай ва айниқса катта дастурларни тузиш учун кўп вақт талаб этади.

МП ларнинг дастурларини тузишда дастурлаш тилларидан фойдаланиш бир мунча қулайдир. Дастурлаш тиллари ичида бир мунча паст даражада бўлган Ассемблер дастурлаш тили МП ни дастурлаш учун қўлланилади ва у шартли мнемокомандалар тарзида берилган бир неча ўнлаб командалар туркумига эгадир. Масалан, бу тил саккиз разрядли МП лар учун қўлланилган бўлиб, 80 туркум командалардан иборат – арифметик, мантиқий, ахборотларни узатиш, бошқаришни узатиш ва ҳ.к.

Дастурлаш тилларининг юқори даражадаги тиллар: ФОРТРАН, ПАСКАЛ, ПЛ/М, БЕЙСИК, СИ, АДА ва уларнинг диалектларидан фойдаланилиш замонавий МП схемалардан фойдаланувчиларга қулай ва катта имкониятлар беради. Бу тилларда тузилган дастурлар, кросс – дастурлар деб номланувчи алоҳида дастурлар ёрдамида машина учун тушунарли бўлган машина коди тизимига ўтказилади.

7.2а – расмда келтирилган МП нинг схемасини тўғридан – тўғри электромеханик тизимларни бошқаришда қўллаб бўлмайди. МП ни ЭМТ ларни бошқаришда қўллаш учун таркибига қўшимча хотира қурилмаси, ахборотларни киритиш ва олиш қурилмалари, импульслар такти генератори, ЭМТ нинг бошқа блоклари билан мослаштирувчи қурилмалар каби бир неча блоклари бўлиши зарурдир.

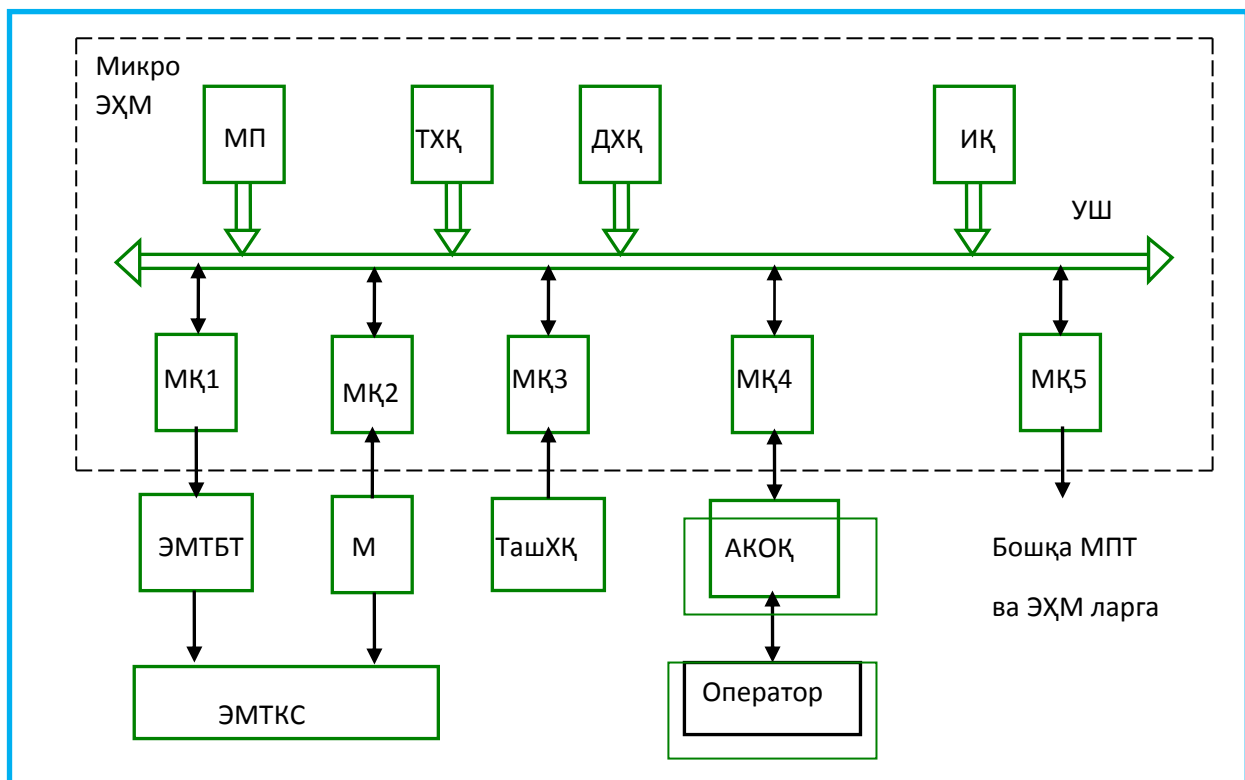
Микропроцессорли тизим. МП нинг қайд қилинган қўшимча қурилма ва блоклари микропроцессор тизими (МПТ) ни ташкил этади ва унинг таркибий тузилиш схемаси қуйидаги 7.3 – расмда келтирилган.

МПТ нинг таркибига умуман олганда МП билан бир қаторда тезкор хотира қурилмаси ТХҚ ва доимий хотира қурилмаси ДХҚ; интерфейс қурилмаси ИҚ; ташқи объектлар билан мослаштирувчи қурилма МҚ лар; ташқи хотира қурилмалари ТашХҚ; ахборотларни киритиш ва олиш қурилмаси АҚОҚ; МШ, БШ ва АШ шиналарни ўз ичига олган умумий шина УШ лар қиради.

Бундан ташқари, бу схемада таркибига энергия ўзгарткич, электр мотор ва механик узатмаларни ўз ичига олган электромеханик тизимнинг куч схемаси ЭТМКС ҳам келтирилган. МПТ қурилмаларининг бажарадиган вазифаларини қисқача баён этамиз.

ТХҚ ва ДХҚ хотира қурилмалари дастур бўйича қайта ишланиши керак бўлган маълумотлар жойлаштирилади. Дастур бўйича қайта ишлашлар амалга оширилади ва натижалари ҳам шу қурилмаларда сақланади. МПТ нинг имкониятларини кенгайтириш мақсадида ТХҚ ва ДХҚ лардан ташқари ахборотларни жамловчи қўшимча ТашХҚ лар сифатида магнит дисклар ҳам қўлланилади.

Ахборотларни киритиш ва олиш қурилмаси АҚОҚ оператор билан МПТ орасидаги ўзаро мулоқатни ташкил этишга хизмат қилади. Бу қурилмаларга МПТ нинг бошқариш пулт клавиатура, принтер, дисплей ва бошқа шунга ўхшаш амалларни бажарувчи қурилмалар қиради.



7.3 – расм. Микропроцессорли тизимнинг таркибий схемаси

Мослаштириш қурилмалари МК МПТ нинг ташқи объектлар билан боғланишларни таъминлайди. Уларнинг ижроси ва схемалари турлича бўлиши мумкин. Хусусан мослаштириш қурилмаларига ЭМТ координаталарининг ўлчов ўзгартгичлари ҳамда бошқариш схемалари блоклари билан МПТ нинг ўзаро боғланишини таъминлашда кенг қўлланиладиган электр сигналларни ўзгартирувчи узлуксиз – рақамли (УРЎ) ва рақамли – узлуксиз (РУЎ) ўзгартгичлар (схемада улар МК1 ва МК2 билан белгиланган) киради.

7.3 Микропроцессорли бошқаришнинг электр юритма техник-иктисидой ва эксплуатацион кўрсаткичларига таъсири

Асинхрон электр юритмаларни бошқаришда микропроцессорли тизимларни қўллаш куйидаги афзалликларга эга [13]*:

1. бошқарилувчи электр, энергетик ва механик кўрсаткичларни аниқлаш ва бошқариш юқори аниқлик билан амалга оширилади;
2. асинхрон мотор ўқидаги механик ўзгаришлар тез илғаб олинади ва уларни бартароф этиш оний дақиқаларда бажарилади;
3. асинхрон моторларни силлиқ ишга тушириш, тезликни ростлаш ва тўхтатиш жараётларида қувват исрофларини камайтириш имконини беради;
4. асинхрон моторларнинг оптималловчи энергетик кўрсаткичларини бир неча хил критериялар бўйича таҳлил қилиши ва шу асосида энг маъқулини танлаши мумкин;
5. микропроцессорли тизим асинхрон моторнинг ростлаш жараёнини энг минимум қувват исрофларида амалга ошира олади;
6. микропроцессорли бошқариш тизими технолгик машина ёки электр техник тизимни комплекс автоматлаштириш тизимига бевосита боғланишини амалга ошириши мумкин.

* [13.] А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 32-34

Бундан ташқари микропроцессорли бошқариладиган электр юритмаларда қўлланиладиган аналогли ўлчов асбоблари ва ўлчов ўзгарткичлари ўрнига ихчам рақамли аиқлик даражаси юқори бўлган ўлчов асбоблари ва ўлчов ўзгарткичлар қўллаш мумкин бўлади. Электр юрималарнинг бошқариш тизимларини кичик модулар асосида бажариш мумкин бўлади. Бошқариш тизимларининг геометрик ва оғирлик кўрсаткичлари камаяди ва шу билан бирга ишончи ишлаши ошади.

Кейинги пайтда ярим ўтказгичли куч элементларнинг нархи тобора камайиб келмоқда ва бундан сўнг ҳам бу тенденция ривожланиб боради.

Назорат саволлари:

1. Энергия тежамкор электр юритмаларни бошқариш учун қандай микропроцессорли тизимлар қўлланилади?
2. Микропроцессорли бошқаришнинг афзалликларини айтиб беринг.
3. Микропроцессорли бошқаришнинг электр юритма техник-иқтисидой ва эксплуатацион кўрсаткичларига таъсири тушунтириб беринг.

Фойдаланилган адабиётлар:

13. А.А. Khashumov, I.K. Pampias. *Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations*. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
14. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. *Энергосберегающий асинхронный электропривод*. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
15. Хашимов А.А. *Специальные режимы частотно-управляемых асинхронных электроприводов*. Монография. – М.: Энергоатомиздат, 1994.

IV. АМАЛИЙ МАШУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машгулот: ТЕХНОЛОГИК МАШИНА ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРИНИ СИЛЛИҚ ИШГА ТУШУРУВЧИ ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ТАҲЛИШ

Ишдан мақсад: Компрессор асинхрон моторини ишга тушириш.

Компрессорда қўлланилган асинхрон моторнинг номиналь техник кўрсаткичлари 1 – жадвалда келтирилган.

1 – жадвал

Тип	Мощность, кВт	КПД, %	$\cos \varphi_H$	X_μ^8	R_1^8	x_1^8	R_2^8	x_2^8
4A250L6Y3	30	90,5	0,9	3,7	0,046	0,12	0,022	0,13

Синхронная скорость, об/мин	$\frac{M_{ПУСК}}{M_H}$	$\frac{M_{МАХ}}{M_H}$	SH, %	SKP, %	$\frac{I_{ПУСК}}{I_H}$	J _{дв} , кг м ²
1000	1,2	2,0	1,4	9,0	6,5	1,2

Компрессорнинг номиналь иш режимидаги асинхрон моторнинг қувват исрофларини ҳисоблаш

Асинхрон моторнинг умумий қувват исрофини қуйидаги формула билан ҳисоблаймиз:

$$\Sigma \Delta P_{НОМ} = \frac{P_{НОМ} (1 - \eta_{НОМ})}{\eta_{НОМ}} = \frac{30(1 - 0,905)}{0,905} = 3,15 \text{ кВт.}$$

Асинхрон моторнинг қўшимча ва механик қувват исрофларини қуйидагича қабул қиламиз:

$$\Delta P_{доп} = 0,005 \cdot P_{НОМ} = 0,005 \cdot 30 = 0,15 \text{ кВт,}$$

$$\Delta P_{мех} = 0,01 \cdot P_{НОМ} = 0,01 \cdot 30 = 0,3 \text{ кВт.}$$

Асинхрон моторнинг номиналь иш режими учун статор токини аниқлаймиз

$$I_{НОМ} = \frac{P_{НОМ}}{\eta_{НОМ} \cos \varphi_{НОМ} \sqrt{3} U_L} = \frac{30000}{0,905 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 56 \text{ А.}$$

Статор чулғамидаг қувват исрофини аниқлаймиз:

$$\Delta P_{1НОМ} = 3 \cdot I_{НОМ}^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 56^2 \cdot 0,046 = 0,43 \text{ кВт.}$$

Ротордаги қувват исрофини аниқлаймиз:

$$\Delta P_{2НОМ} = \frac{1,01 \cdot P_{НОМ} \cdot s_{НОМ}}{1 - s_{НОМ}} = \frac{1,01 \cdot 30 \cdot 0,014}{1 - 0,014} = 0,43 \text{ кВт.}$$

Статор пўлатидаги қувват исрофини аниқлаймиз:

$$\Delta P_{1с.НОМ} = \Sigma P_{НОМ} - (\Sigma P_{1НОМ} + \Delta P_{доп} + \Delta P_{мех} + \Delta P_{2НОМ}) = 3,15 - (0,43 + 0,15 + 0,3 + 0,43) = 1,84 \text{ кВт.}$$

Моменти номиналь қийматга тенг бўлган ҳолдаги асинхрон моторнинг электр юритма ҳаракат тенгламасидан синхрон тезикка етиб бориши учун кетадиган ишга тушиш вақтини аниқлаймиз: [14]*:

* [14.] А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 38-40

$$t = -\tau_j \int_1^0 \frac{ds}{s} = \tau_j,$$

бу ерда τ_j – агрегатнинг ишга тушиш ва у сирпаниш ўзгариши вақтига тенг (ёки нисбий бурчак тезлиги ўзгариши вақти), момент номиналь қийматга тенг:

$$\tau_j = J_{np} \frac{\omega_{1ном}}{P_{ном}},$$

бу ерда $J_{np} = J_{\delta\delta} + J_{мех}$ – компрессор электр юритмасининг инерция моменти, кг*м².

4A250S8Y3 типдаги компрессорнинг асинхрон мотори учун ишга тушириш вақтини ҳисоблаймиз:

$$\tau_j = J_{np} \frac{\omega_{1ном}}{P_{ном}} = (1,2 + 2) \frac{102,5}{30} = 10,9с.$$

Номиналь кучланиш билан таъминланадиган компрессорнинг асинхрон мотори тўғридан-тўғри ишга тиширилгандаги статор чулғамидаги қувват исрофи энергиясини аниқлаймиз:

$$W_{п.ном} = \Delta P_{1ном} \cdot \tau_j = 3 \cdot (6,5 \cdot I_{1ном})^2 \cdot r_1 \cdot \tau_j = 3 \cdot 364^2 \cdot 0,046 \cdot 10,9 = 199,3кВт \cdot с.$$

Назорат саволлар:

1. Асинхрон моторнинг умумий қувват исрофи қандай аниқланади?
2. Электр юритма ҳаракат тенгламасидан синхрон тезикка етиб бориши учун кетадиган ишга тушиш вақтини қандай усуллар ёрдамида аниқланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Eлектромеханик тизимlarda energiya tejamkorlik. 2-nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Бюл., №5. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т.

2-амалий машгулот:
ТЕХНОЛОГИК МАШИНА ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРИНИ ТЕЗЛИГИНИ
РОСТЛОВЧИ ЧАСТОТА ЎЗГАРТКИЧЛАРИН ҲИСОБЛАШ ВА ТАНЛАШ

Ишдан мақсад: Замонавий энергия самарадор частота ўзгарткичларини ҳисоблаш ва танлашни ўрганиш.

Вазифа: Вентиляторнинг технологик қуввати $N = 14$ кВт ва номиналь тезлиги $\omega_H = 154 \text{ c}^{-1}$ га тенг. Номиналь моменти $M_{CH} = \frac{N}{\omega_H} = \frac{14000}{154} = 90,9 \text{ Nm}$ бўлади.

Вентиляторнинг статик моменти қуйидаги усулда ҳисобланади:

$$\alpha = 1, M_C = 10 + 80,9 \cdot (1 - 0,019)^2 = 87,9 \text{ H} \cdot \text{м};$$

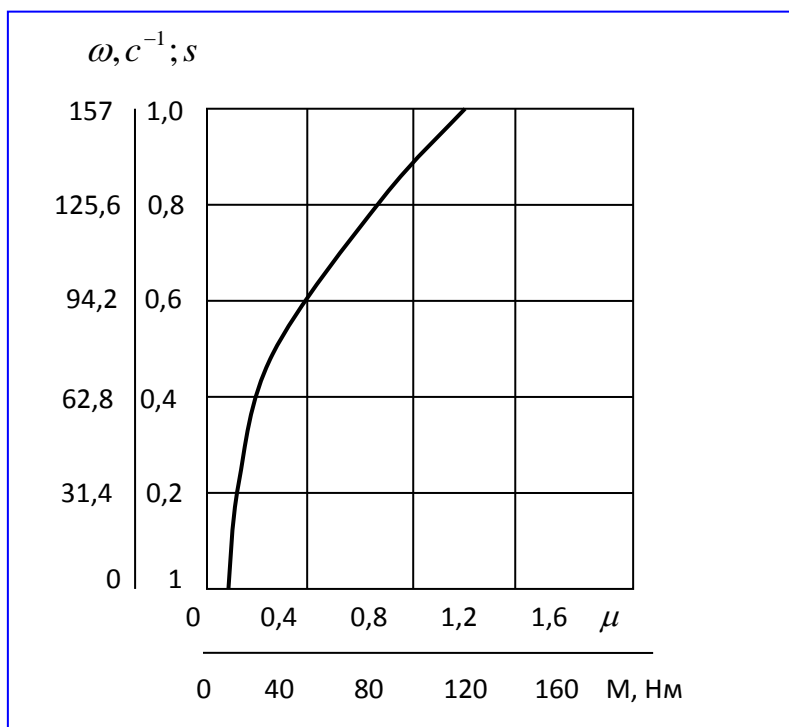
$$\alpha = 0,8, M_C = 10 + 80,9 \cdot 0,8^2 \cdot (1 - 0,019)^2 = 59,8 \text{ H} \cdot \text{м};$$

$$\alpha = 0,6, M_C = 10 + 80,9 \cdot 0,6^2 \cdot (1 - 0,019)^2 = 28 \text{ H} \cdot \text{м};$$

$$\alpha = 0,4, M_C = 10 + 80,9 \cdot 0,4^2 \cdot (1 - 0,013)^2 = 22 \text{ H} \cdot \text{м};$$

$$\alpha = 0,2, M_C = 10 + 80,9 \cdot 0,2^2 \cdot (1 - 0,013)^2 = 13 \text{ H} \cdot \text{м};$$

$$\alpha = 0, M_C = 10 \text{ H} \cdot \text{м}.$$



1 – расм. Вентиляторнинг статик моменти тавсифи

Акад. М.П. Костенконинг частотани бошқаришнинг иқтисодий қонуни $\gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha$ бўйича частотанинг ҳар бир бошқариладиган частота қийматлари учун кучланиш қийматларини ҳисоблаймиз: [15]*:

* [15.] А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 45-48

$$\alpha = 1, \gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha = \sqrt{1} \cdot 1 = 1,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 1 \cdot 380 = 380B;$$

$$\alpha = 0,8, \gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha = \sqrt{0,68} \cdot 0,8 = 0,66,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,66 \cdot 380 = 250,8B;$$

$$\alpha = 0,6, \gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha = \sqrt{0,32} \cdot 0,6 = 0,34,$$

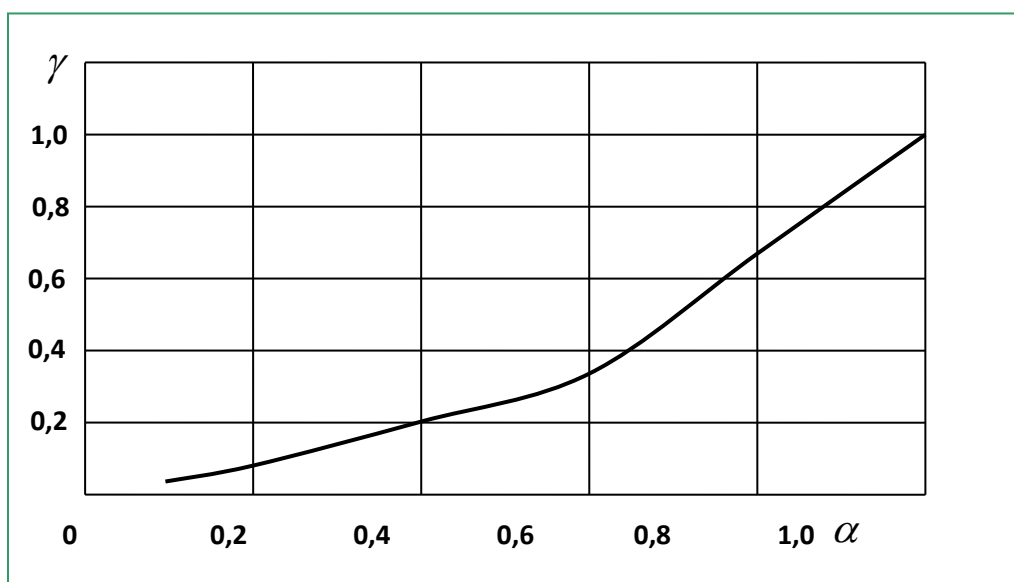
$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,34 \cdot 380 = 129B;$$

$$\alpha = 0,4, \gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha = \sqrt{0,25} \cdot 0,4 = 0,2,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,2 \cdot 380 = 76B;$$

$$\alpha = 0,2, \gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha = \sqrt{0,15} \cdot 0,2 = 0,08,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,08 \cdot 380 = 30,4.$$



2 – расм.

Клосс формуласи билан вентилятор асинхрон моторнинг турли частота қийматлари учун механик тавсифларини ҳисоблаймиз ва графикларини курамиз,

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}}$$

1. Статик моментнинг $\mu_C = 0,68$ ва $\alpha = 0,8$ қийматлари учун:

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,049} + \frac{0,049}{0,049}} = 1,5;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,03} + \frac{0,03}{0,049}} = \frac{3}{2,24} = 1,34;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,02} + \frac{0,02}{0,049}} = \frac{3}{2,86} = 1,05;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,01} + \frac{0,01}{0,049}} = \frac{3}{5,1} = 0,59;$$

$s = 0, \mu = 0.$

Моментнинг ҳисобланган қийматларини 1 – жадвалга ёзамиз.

	1- jadval				
	Сирпаниш,				
Асинхрон мотор корсаткичлари	0,049	0,03	0,02	0,01	0
μ_C	1,5	1,34	1,05	0,59	0
М, Нм	146,6	130,9	102,96	57,6	0

2. Статик моментнинг $\mu_C = 0,32$ ва $\alpha = 0,6$ қийматлари учун:

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,065} + \frac{0,065}{0,065}} = \frac{1,41}{2} = 0,7;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,04} + \frac{0,04}{0,065}} = \frac{1,41}{2,24} = 0,63;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,02} + \frac{0,02}{0,065}} = \frac{1,41}{3,56} = 0,4;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,01} + \frac{0,01}{0,065}} = \frac{1,41}{6,25} = 0,22;$$

$s = 0, \mu = 0.$

Моментнинг ҳисобланган қийматларини 2 – жадвалга ёзамиз.

	2 - jadval				
	Сирпаниш, s				
Асинхрон моторнинг кўрсаткичлари	0,065	0,04	0,02	0,01	0
μ_C	0,7	0,63	0,4	0,22	0
М, Нм	68,4	61,5	39	21,5	0

3. Статик моментнинг $\mu_C = 0,25$ ва $\alpha = 0,4$ қийматлари иучун:

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,2^2}{0,4^2}}{\frac{0,1}{0,1} + \frac{0,1}{0,1}} = \frac{1,1}{2} = 0,55;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,2^2}{0,4^2}}{\frac{0,1}{0,08} + \frac{0,08}{0,1}} = \frac{1,1}{2,05} = 0,54;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,2^2}{0,4^2}}{\frac{0,1}{0,06} + \frac{0,06}{0,1}} = \frac{1,1}{2,27} = 0,48;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,1}{0,03} + \frac{0,03}{0,1}} = \frac{1,1}{3,63} = 0,3;$$

$$s = 0, \mu = 0.$$

Моментнинг ҳисобланган қийматларини 3 – жадвалга ёзамиз.

3 - jadval

Асинхрон моторнинг корсаткичлари	Сирпаниш, s				
	0,1	0,08	0,06	0,03	0
μ_C	0,55	0,54	0,48	0,3	0
M, Нм	53,7	52,8	46,9	29,3	0

4. Статик моментнинг $\mu_C = 0,15$ ва $\alpha = 0,2$ қийматлари

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,2} + \frac{0,2}{0,2}} = 0,35;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,15} + \frac{0,15}{0,2}} = \frac{0,7}{2,08} = 0,34;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,1} + \frac{0,1}{0,2}} = \frac{0,7}{2,5} = 0,28;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{н.ом}} \cdot \gamma^2}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + s_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,06} + \frac{0,06}{0,2}} = \frac{0,7}{3,63} = 0,19;$$

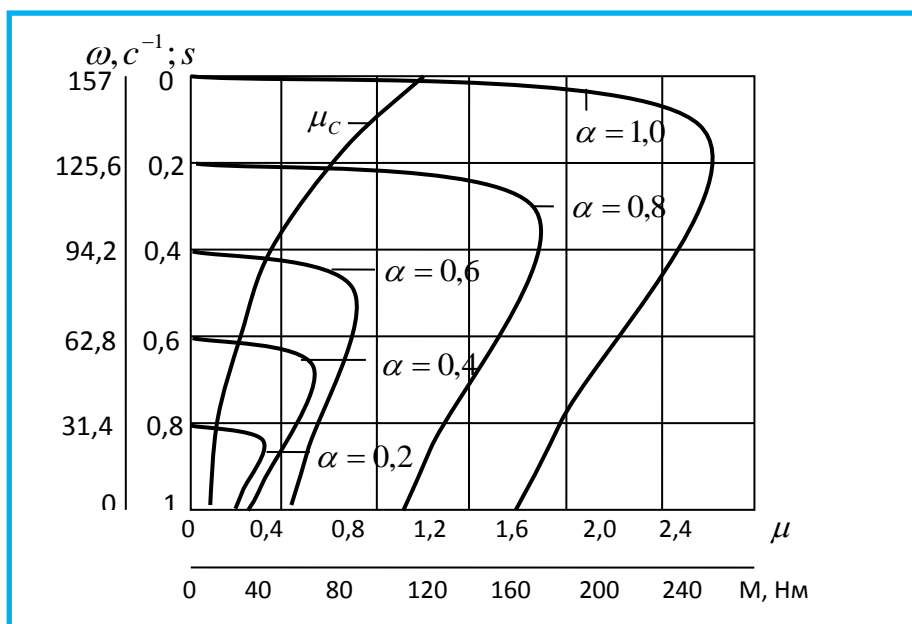
$$s = 0, \mu = 0.$$

Моментнинг ҳисобланган қийматларини 4 – жадвалга ёзамиз.

4 - жадвал

Асинхрон моторнинг кўрсаткичлари	Сирпаниш, s				
	0,2	0,15	0,1	0,06	0
μ_c	0,35	0,34	0,28	0,19	0
M, Нм	34,2	33,2	27,4	18,5	0

3 – расмда вентиляторасинхрон моторнинг частотанинг турли иқийматлари учун механик тавсифларир тасвирланган.



3 – расм.

Назорат саволлари:

1. Замонавий энергия самарадор частота ўзгарткичларини қўллашнинг мақсади нима?
2. Вентиляторнинг технологик қуввати қандай аниқланади?
3. Вентиляторнинг статик моменти қандай аниқланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Бюл., №5. Хашимов А.А., Имомназаров А.Т.
3. Имомназаров А.Т., Аъзамова Г.А. Асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари. Монография. - Тошкент: ТошДТУ, 2014. – 140 б.

3-амалий машгулот:
ТЕХНОЛОГИК МАШИНА ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРИНИ ТЕЗЛИГИ
РОСТЛАНМАЙДИГАН ЭКСТРЕМАЛ БОШҚАРИЛАДИГАН АСИНХРОН ЭЛЕКТР
ЮРИТМА КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.

Ишдан мақсад: Саноат ва ишлаб чиқаришда кенг қўлланилувчи асинхрон моторларнинг техник кўрсаткичларини аниқлашни ўрганиш.

Вазифа: Марказдан қочма насос агрегатининг технологик қуввати $P = 85$ кВт; $P_T = 20$ МПа ва $Q = 4,25$ м³/с. Насос агрегатининг номиналь тезлиги $\omega = 149$ с⁻¹ ва шундан келиб чиққан ҳолда номиналь моменти $M_H = P_H : \omega_H = 85000 : 149 = 570,5$ Н·м. Насос агрегатининг бошланғич статик моменти- $M_{Снач} = 0,15M_{СН} = 0,15 \times 570,5 = 85,6$ Нм. Насос агрегатининг статик моменти куцидаги формула билан ҳисобланади: [16]*:

$$M_{СН} = 85,6 + 484,9 \left(\frac{\omega}{\omega_H} \right)^2.$$

Юқорида келтирилган формула бўйича насос агрегатининг статик моменти тавсифини ҳисоблаймиз:

$$\omega = \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 1 = 570,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\omega = 0,8 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,8^2 = 396 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\omega = 0,6 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,6^2 = 231 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\omega = 0,4 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,4^2 = 163,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\omega = 0,2 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,2^2 = 89 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\alpha = 0, M_C = 85,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Насос агрегати учун 4A250M4У3: типдаги асинхрон моторни танлаймиз: номиналь қуввати $P_H = 90$ кВт; номиналь кучланиши 380/220 В; номиналь ФИК $\eta = 93,0\%$; номиналь қувват коэффициенти $\cos \varphi_H = 0,91$; момент бўйича ўта экланиши

$$b_H = \frac{M_{макс}}{M_{ном}} = 2,2; \text{ ишга тушириш моменти } b_{пуск} = \frac{M_{пуск}}{M_{ном}} = 1,2; \text{ ишга тушириш токи}$$

$$d_{пуск.т} = \frac{I_{пуск}}{I_{ном}} = 7,0; \text{ синхрон тезлиги } \omega_0 = 157 \text{ с}^{-1}; \text{ номиналь тезлиги}$$

$$\omega_{ном} = 149,5 \text{ с}^{-1}; \text{ номиналь сирпаниши } s_H = 0,05; \text{ номиналь момент}$$

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\omega_{ном}} = \frac{90000}{149,5} = 602 \text{ Н} \cdot \text{м}; \text{ номиналь статор фазаси токи}$$

$$I_{1ном} = \frac{P_{ном}}{\eta_{ном} \cos \varphi_{ном} \sqrt{3} U_{л}} = \frac{90000}{0,93 \cdot 0,91 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 161 \text{ А}; \text{ критик сирпаниш}$$

* [16.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 50-54

$$s_{кр} = s_{ном} (b_{ном} + \sqrt{b_{ном}^2 - 1}) = 0,05(2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,1; \quad \text{моторнинг} \quad \text{максималь}$$

моменти $M_{макс} = b_{ном} \cdot M_{ном} = 2,2 \cdot 602 = 1324,4 \text{ Н} \cdot \text{м};$ ишга тушириш momenti

$$M_{пуск} = 1,2 \cdot M_{ном} = 1,2 \cdot 602 = 722,4 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad \text{ишга} \quad \text{тушириш} \quad \text{токи}$$

$$I_{1пуск} = 7 \cdot I_{1ном} = 7 \cdot 161 = 1127 \text{ А}; \quad \text{ротор} \quad \text{токининг} \quad \text{номиналь} \quad \text{қиймати}$$

$$I_{2ном} \approx \cos \varphi_{ном} \cdot I_{1ном} = 0,91 \cdot 161 = 146,5 \text{ А}; \quad \text{номиналь} \quad \text{магнитланиш} \quad \text{токи}$$

$$I_{дно.м} = \sqrt{I_{1ном}^2 - I_{2ном}^2} = \sqrt{161^2 - 146,5^2} = \sqrt{25921 - 21462,3} = 66,8 \text{ А}.$$

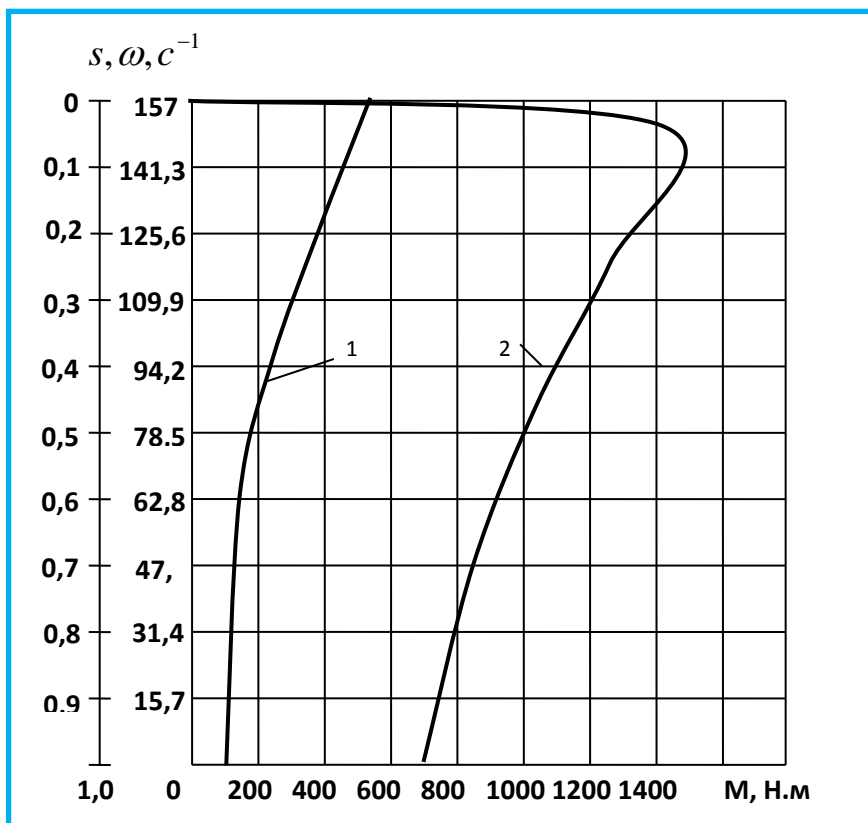
Асинхрон моторнинг механик тавсифини Клосс формуласи билан ҳисоблаймиз:

$$M = \frac{M}{M_{ном}} = \frac{2 \cdot b_{ном}}{\frac{s_{кр}}{s} + \frac{s}{s_{кр}}}.$$

Ҳисобланган барча физик катталикларни 1 –жадвалга ёзамиз ва шу қийматлар асосида асинхрон моторнинг табиий механик тавсифини ва насос агрегатининг статик momenti тавсифларини қурамиз (1 – расм).

1 – жадвал

Скольжение, s	1,0	0,1	0,05	0,02	0,01	0
Скорость, $\omega \text{ с}^{-1}$	0	141,3	149,5	154	155,4	157
Момент двигателя, $M, \text{ Н} \cdot \text{м}$	722,4	1324,4	602,0	511,7	511,7	0



1 – расм. Насос агрегатининг статик momenti (2) ва асинхрон моторнинг табиий механик тавсифи (1)

Асинхрон моторнинг номиналь статик режими кўрсаткичларини ҳисоблаш

Асинхрон моторнинг умумий қувват исрофлари

$$\sum \Delta P = \frac{P_H \cdot (1 - \eta_H)}{\eta_H} = \frac{90 \cdot (1 - 0,93)}{0,93} = 6,8 \text{ кВт}.$$

Статор чулғами қувват исрофлари

$$\Delta P_1 = 3 \cdot I_1^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 161^2 \cdot 0,02 = 1,6 \text{ кВт}.$$

Механик исрофлар

$$\Delta P_{\text{мех}} = 0,01 \cdot P_H = 0,01 \cdot 90 = 0,9 \text{ кВт}.$$

Ротордаги қувват исрофлари

$$\Delta P_3 = \frac{1,01 \cdot P_H \cdot s_H}{1 - s_H} = \frac{1,01 \cdot 90 \cdot 0,02}{1 - 0,02} = 1,9 \text{ кВт}.$$

Статордаги қўшимча қувват исрофлари

$$\Delta P_{\text{доб}} = 0,005 \cdot P_H = 0,005 \cdot 90 = 0,45 \text{ кВт}.$$

Статор пўлатидаги қувват исрофлари

$$\Delta P_2 = \sum \Delta P - (\Delta P_1 + \Delta P_3 + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{\text{доб}}) = 6,8 - (1,6 + 1,9 + 0,9 + 0,45) = 1,95 \text{ кВт}.$$

Электр магнит қувват исрофлари

$$\Delta P_{\text{ЭМ}} = \Delta P_1 + \Delta P_{\text{доб}} + \Delta P_2 + \Delta P_3 = 1,6 + 0,45 + 1,95 + 1,9 = 5,9 \text{ кВт}.$$

Асинхрон моторнинг актив қуввати:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_H = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 161 \cdot 0,91 = 96316 = 96,316 \text{ кВт}.$$

Асинхрон моторнинг тармоқдан олаётган реактив қуввати:

$$Q = S \cdot \sin \varphi_H = 105,8 \cdot 0,28 = 37,4 \text{ кВАр}.$$

Назорат саволлари:

1. Замонавий тезлиги ростланмайдиган электр юритмаларни эксплуатациясида энергия самарадорликни оширишнинг қандай йўллари мавжуд?
2. Насос агрегатининг статик моменти қандай аниқланади?
3. Насос агрегатининг статик моменти тавсифи қандай курилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2-nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. Имомназаров А.Т., Аъзамова Г.А. Асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари. Монография. - Тошкент: ТошДТУ, 2014. – 140 б.

4-амалий машгулот:

КАТТА ҚУВВАТЛИ ТАЪМИНЛОВЧИ НАСОС АГРЕГАТИНИНГ ТЕЗЛИГИ ЧАСТОТАНИ ЎЗГАРТИРИБ РОСТЛАНДИГАН АСИНХРОН МОТОРИ ЭЛЕКТР ВА ЭНЕРГЕТИК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Мақсад: Замонавий частотаси ростланувчи асинхрон электр юритмаларнинг электр ва энергетик кўрсаткичларини аниқлаш.

Вазифа: Таъминловчи насос агрегатида АС-5000 типдаги асинхрон мотор ўрнатилган бўлиб, у қуйидаги номиналь кўрсаткичларга эга: номиналь қуввати $P_H = 5000$ кВт, номиналь кучланиши $U_H = 6,0$ кВ, номиналь статор токи $I_{1H} = 555$ А, номиналь тезлиги $n_H = 2985$ айл/мин, ФИК = 96,2%, қувват коэффициенти $\cos \varphi_H = 0,9$, момент бўйича ўта юкланиши $b_H = 2,2$, ишга тушириш моменти $b_{п} = 1,0$. [17]*:

Асинхрон мотор тавсифларини ҳисоблаш учун қуйидаги кўрсаткичларни аниқлаймиз:

$$\text{моторнинг синхрон тезлиги, } \omega_0 = 314 \text{ с}^{-1},$$

$$\text{моторнинг номиналь тезлиги, } \omega_{НОМ} = 312,43 \text{ с}^{-1},$$

$$\text{номиналь сирпаниш } s_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0} = \frac{314 - 312,43}{314} = 0,005,$$

$$\text{моторнинг номиналь моменти } M_{НОМ} = \frac{P_{НОМ}}{\omega_{НОМ}} = \frac{5000}{312,43} = 16 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

статор чулғаи фазасининг токи

$$I_{1НОМ} = \frac{P_{НОМ}}{\eta_{НОМ} \cos \varphi_{НОМ} \sqrt{3} U_{л}} = \frac{5000000}{0,962 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 6000} = 555 \text{ А},$$

критик сирпаниш

$$s_{кр} = s_{НОМ} (b_{НОМ} + \sqrt{b_{НОМ}^2 - 1}) = 0,005 (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,021,$$

моторнинг максималъ моменти

$$M_{макс} = b_{НОМ} \cdot M_{НОМ} = 2,2 \cdot 16 = 35,2 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

моторнинг ишга тушириш момнги

$$M_{пуск} = 1,0 \cdot M_{НОМ} = 1,0 \cdot 16 = 16 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

моторнинг ишга тушириш токи

$$I_{1пуск} = 7 \cdot I_{1НОМ} = 7 \cdot 555 = 3885 \text{ А},$$

мотор ротори чулғамининг номиналь токи

$$I_{2НОМ} \approx \cos \varphi_{НОМ} \cdot I_{1НОМ} = 0,9 \cdot 555 = 500 \text{ А},$$

мотор магнитланиш токи

$$I_{\muНОМ} = \sqrt{I_{1НОМ}^2 - I_{2НОМ}^2} = \sqrt{555^2 - 500^2} = \sqrt{308025 - 250000} = 240,9 \text{ А}.$$

моторнинг тармоқдан олаётган тўлиқ қуввати

$$P_1 = \frac{P_H}{\eta \cdot \cos \varphi} = \frac{5000}{0,962 \cdot 0,9} = 5775 \text{ кВА}.$$

моторнинг актив қуввати

$$P = P_1 \cos \varphi = 5775 \cdot 0,9 = 5197,5 \text{ кВт}.$$

* [17.] А.А. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 56-60

моторнинг тармоқдан олаётган реактив қуввати

$$Q = P_1 \sin \varphi = 5775 \cdot 0,436 = 2517,3 \text{кВАр.}$$

Частотанинг турли қийматлари учун асинхрон моторнинг электр ва энергетик кўрсаткичларини ҳисоблаймиз.

1. $\alpha = 0,8$. Таминловчи насос агрегати асинхрон мотори частота қиймати $\alpha = 0,8$ бўлганида кучланиши $\gamma = \alpha \cdot \sqrt{\mu_c} = 0,8 \cdot \sqrt{0,67} = 0,65$ бўлади. Асинхрон моторнинг момент бўйича ўта юкланишини аниқлаймиз:

$$b_c = \frac{b_n}{\mu_c} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2} = \frac{2,2}{0,67} \cdot \frac{0,65^2}{0,8^2} = 2,2.$$

Кучланишни аниқлашда акад. М.П. Костенко ифодасидан фойдаланганлигимиз учун моторнинг момент бўйича ўта юкланиши паспортидаги қийматга тенг бўлади ва частотанинг барча қийматларида ўзгармасдан қолади $b_n = b_c = 2,2 = \text{const}$. Шунинг учун келтирилган ротор токини аниқлаш қуйидаги содда ифода билан аниқланади

$$\frac{I_2}{I_{2n}} = \sqrt{\mu_c} = \sqrt{0,67} = 0,82$$

ва ҳақиқий қиймати $I_2 = 0,82 \cdot 500 = 410 \text{А}$.

Магнитланиш токи асинхрон моторларнинг универсаль магнитланиш тавсифи ординатисидаги катталиқ $\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{0,66}{0,8} = 0,825$ аниқланади ва обсицца ўқидан $\frac{I_\mu}{I_{\mu n}} = 0,8$

нисбий қиймати аниқланади $I_\mu = 0,8 \cdot 240,9 = 192,7 \text{А}$.

Энди статор токи билан линия кучланиши орасидаг бурчакнинг синус ва косинусларини аниқлаймиз:

$$\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot b_c (b_c + \sqrt{b_c^2 - 1})}} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 2,2 (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1})}} = \frac{1}{\sqrt{18,3}} = \frac{1}{4,28} = 0,23,$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} = \sqrt{1 - 0,23^2} = 0,97.$$

Статор чулғами фазасининг токини қуйидаги формула билан аниқлаймиз

$$I_1 = \sqrt{(I_\mu + I_2 \cdot \sin \varphi)^2 + (I_2 \cos \varphi)^2} = \sqrt{(192,7 + 410 \cdot 0,23)^2 + (410 \cdot 0,97)^2} = \sqrt{82369 + 158165,3} = 490,4 \text{А}.$$

Асинхрон мотор қувват коэффициент

$$\cos \varphi = \frac{I_2 \cdot \cos \varphi}{I_1} = \frac{410 \cdot 0,97}{490,4} = 0,82.$$

Асинхрон моторнинг тармоқдан олаётган тўлиқ ва реактив ҳамда актив қувватларини аниқлаймиз:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot \gamma \cdot U_n \cdot I_1 = 1,73 \cdot 0,66 \cdot 6000 \cdot 490,4 = 3359,6 \text{кВА},$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 3359,6 \cdot 0,82 = 2754,9 \text{кВт},$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 3359,6 \cdot \sqrt{1 - 0,82^2} = 1922,9 \text{кВАр}.$$

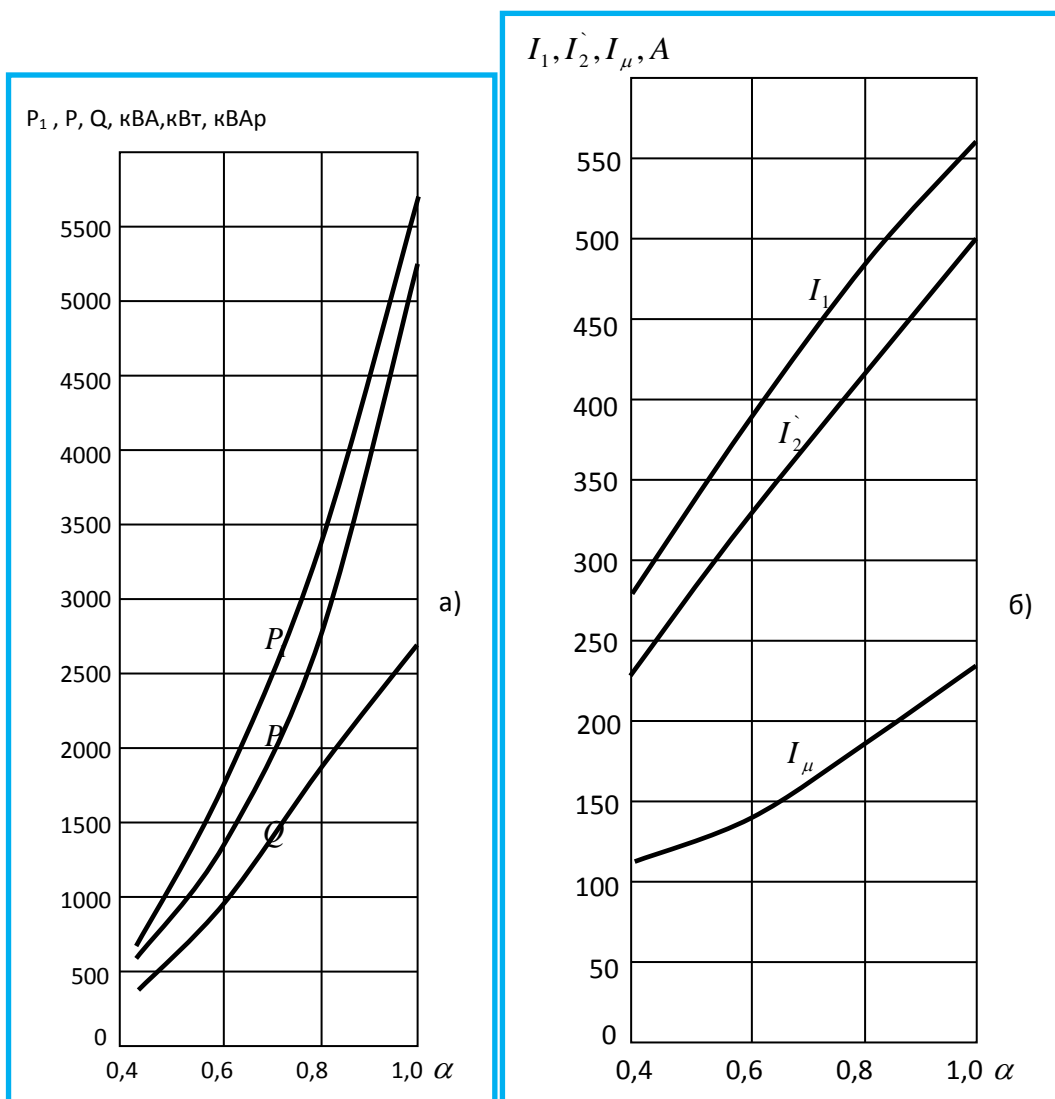
Асинхрон мотор ФИК

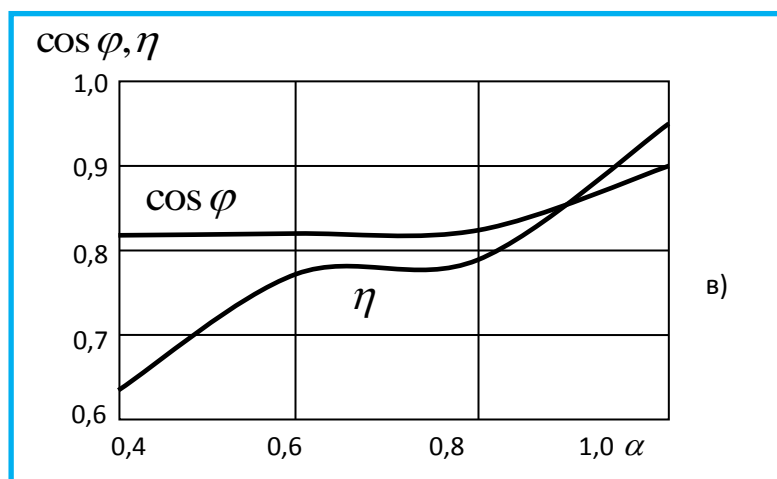
$$\eta = \frac{\alpha \cdot \mu_c \cdot P_n}{P_1} = \frac{0,8 \cdot 0,66 \cdot 5000}{3359,6} = 0,79.$$

Ҳисобланган кўрсаткичларнинг қийматларини 1 – жадвалга ёзамиз. Келтирилган асинхрон мотор электр ва энергетик кўрсаткичларни частотанинг $\alpha = 0,6; 0,4$ қийматлари учун ҳам ҳисоблаб 1 – жадвалга ёзамиз.

Асинхрон мотор кўрсаткичлари	1 – жадвал Частотанинг нисбий қийматлари			
	$\alpha = 1$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,4$
P_1 , кВА	5775	3359,6	1694,1	668,4
P , кВт	5197,5	2754,9	1389,2	541,4
Q , кВАр	2517,3	1922,9	969	392
I_1 , А	555	500	388,6	280
I_2 , А	500	410	330	233,5
I_μ , А	240,94	192,7	144,5	108,44
$\cos \varphi$	0,9	0,82	0,82	0,81
η	0,96	0,79	0,78	0,63

1 – жадвалда келтирилган ҳисобланган асинхрон мотор электр ва энергетик кўрсаткичларининг частотага боғлиқ ўзгариш тавсифларини қурамиз (1 - расм).





1 – расм.

Назорат саволлари:

1. Замонавий насос агрегатларининг тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон мотори қандай танланади?
2. Насос агрегати моторининг критик сирпаниши қандай аниқланади?
3. Насос агрегатининг энергетик кўрсаткичларининг тавсифи қандай қурилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

4. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
5. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Eлектромеханик тизимlarda энергия тежамкорлик. 2-nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
6. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Бюл., №5. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т.

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

Кейс-1.

Мавзу: Электр юритмаларнинг энергия самарадорлигини аниқлаш

Вазият: Тошкент иссиқлик электр станциясида технологик машиналарнинг электр юритмаларининг энергия самарадорлиги пасайиб кетганлиги аниқланди.

Ушбу сабабини аниқлаш учун топшириқлар:

1. Электр схемаси ва номинал кўрсаткичлари юқорида келтирилган электр юритма учун:

1.1. Электр таъминотининг кучланишини танланг.

1.2. Тўлиқ қувват, қувват коэффициенти $\cos\phi$, ишга туширишдаги исрофлар $\Delta U\%$ гармоникалар ($u_k, k=n\pm 1$)нинг таъсиридаги кучланиш пасайишини аниқланг.

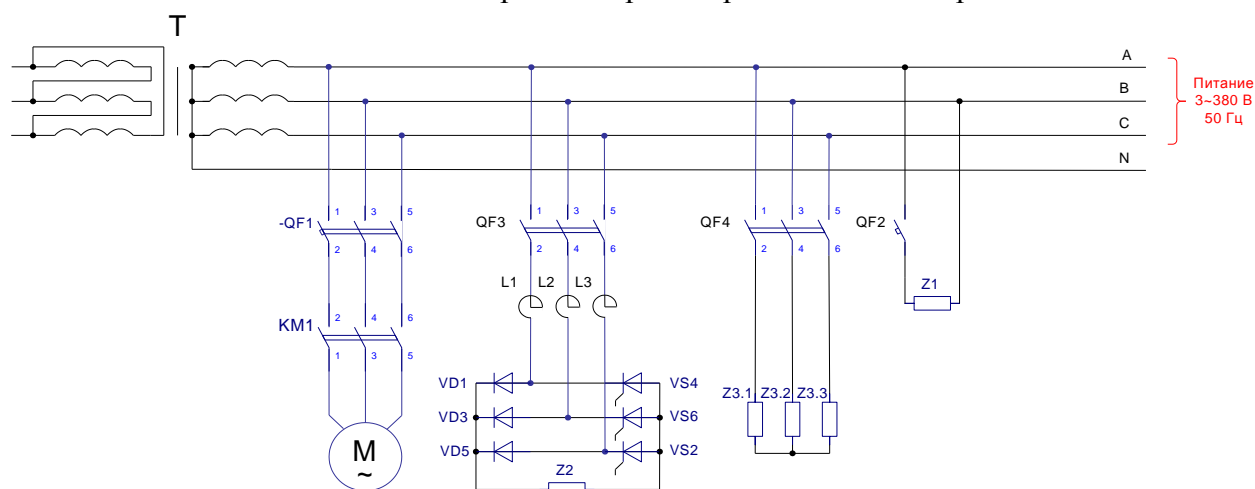
1.3. Ҳисобланган параметрларнинг Халқаро стандартларга мувофиқлигини аниқланг.

1.4. $\cos\phi_{\Sigma} \geq 0,95$ бўлишини таъминланг.

2. Технологик машиналарнинг электр юритмаларининг энергия самарадорлиги куйидаги критерийлар бўйича аниқланг.

2.1. Технологик машиналарнинг электр юритмаларининг энергия самарадорлигини аниқлаш куйидаги критерийлар бўйича амалга оширилади:

- электр энергия таъминоти частотасининг сифати
- энергия самарадор электр моторларни қўллаш
- энергия самарадор ўзгарткичларни қўллаш
- электр юритманинг оптимал энергетик параметрларини (фойдали иш коэффициенти (ФИК)нинг максимуми, электр исрофларининг минимуми, истеъмол қилинаётган қувватнинг минимуми, қувват коэффициентининг максимуми ва х.к.).
- таъминловчи оптимал бошариш алгоритмларини амалга ошириш



Асинхрон мотор: $U_m, В; \eta_d, \%; \cos\phi_d;$ $P_d, кВт; k; N$	Ростлагич: $U_H, В; I_H, А$	1ф юклама: $U, В; P_{1\phi H}, кВт;$ $\cos\phi_{1\phi H}$	Трансформатор : $S_{TP}, кВА; u_k, \%$	3 фазали юклаа $P, кВт;$ $\cos\phi$
380/220	45	380	63	24
74.6		11		6.1
0.72				
11			0.75	
5.9				
30				

Кейс-2.

Мавзу: TMDrive РУСУМЛИ 6-10 КВ КУЧЛАНИШДА ИШЛАЙДИГАН ЧАСТОТА ЎЗГАРТИКИЧ

Частота ўзгарткич тиристорли қурилмалар аосида яратилган бўлиб, ҳозирда тиристорли IGBT технология асосида яратилган куч қалит билан бирга фойдаланилади. Бу технология “TOSHIBA” компанияси томонидан биринчи бўлиб ишлаб чиқилган.

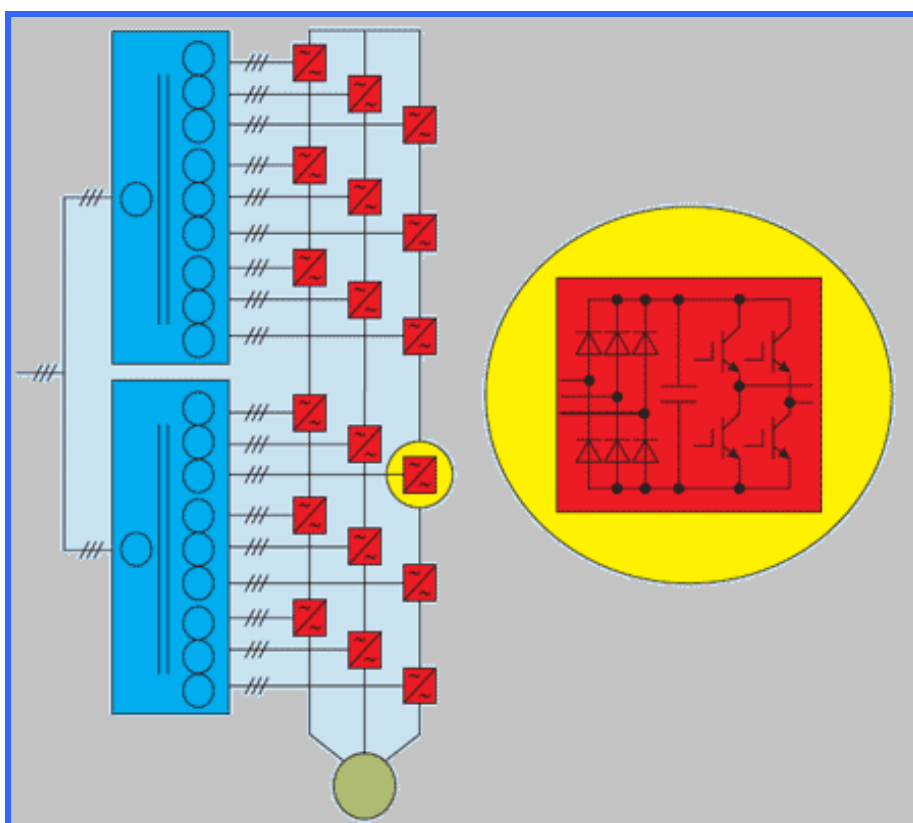
TMdrive “TOSHIBA” ва “MITSUBISHI” компаниялари билан ҳамкорликда ишлаб чиқарилган ва юқори қувватли ҳамда 6-10 кВ кучланишда ишлайдиган асинхрон моторли автоматлаштирилган тизимларда қўлланилади. Асинхрон моторнинг қувват ўзгариши оралиғи юзлаб киловаттдан ўнлаб меговаттгача бўлиши мумкин.

Юқори кучланишли частота ўзгарткичнинг қўлланилиши:

гидрозарб ва динамик ўта юкланишларни бартараф қилади;

насос, компрессор ва бошқа ўзгарувчан юкланишларда ишлайдиган агрегатларда электр энергиядан иқтисод қилишга олиб келади;

электр моторларнинг ишлаш муддатларини оширади ва ишга тушириш ҳамда иш жараёнларини оптималлаш натижасида кам электр энергия истеъмол қилади.



ВАЗИФА:

1. Мазкур ўзгарткичнинг функционал имкониятлари ва қўллаш мумкин бўлган соҳаларини аниқлаб беринг.

2. Ўзгарткич электр моторларни ишга тушириш жараёнида қисқа туташув содир бўлди. Қисқа туташувнинг келиб чиқиш сабабини аниқланг.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Мазкур ўзгарткичнинг функционал имкониятлари ва қўллаш мумкин бўлган соҳаларини аниқлаб беринг.

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўлларини жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

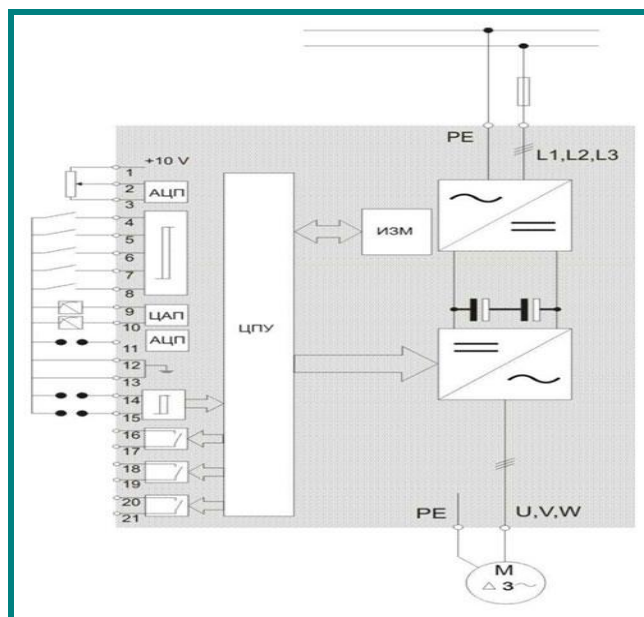
Кейс-3.

Мавзу: "НОРМА" РУСУМЛИ ЧАСТОТА ЎЗГАРТКИЧ

"НОРМА" русумли частота ўзгарткич электрон статик қурилма бўлиб, унинг чиқишида амплитудаси ва частотаси ўзгарадиган ўзгарувчан ток кучланиши ҳосил бўлади.

Асинхрон мотор статор чулғамига берилаётган амплитудаси ва частотаси ўзгарадиган ўзгарувчан ток кучланиши статор чулғамида электр ва магнит кўрсаткичларининг ўзгаришига олиб келади ва натижада мотор тезлиги ўзгаради.

"НОРМА" русумли частота ўзгарткичи таркибий қуйидаги электр қурилмалардан ибрат: уч фазали тиристорли тўғрилагич, кучланиш автоном инвертори, ток ва кучланиш ўлчов ўзгарткичлари, марказий бошқариш пулти, аналог-рақамли ва рақамл-аналог ўзгарткичлар.



"НОРМА" русумли частота ўзгарткичнинг функционал схемаси.

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўллари жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

Кейс-4.

Мавзу: ПЧ-ТТПТ РУСУМЛИ ТЕЗЛИГИ ЧАСТОТАНИ ЎЗАРТИРИБ РОСТЛАНДИГАН АСИНХРОН ЭЛЕКТР ЮРИТМА

ПЧ-ТТПТ русумли тезлиги частотани ўзартириб ростланадиган асинхрон электр юритманинг асосини ярим ўтеазгичли билвосита частота ўзгарткич ташкил этади. DSP типдаги контроллернинг ишлатилиши асинхрон электр юритманинг созланишини осонлаштиради ва шунингдек ишончлилик даражасини оширади.

Куч ярим ўтказгичли модулларни совутишда илғор усулларни қўллаш бу элементларнинг комфорт иссиқлик режимларда ишлашини таъминлайди. Асинхрон электр юритма частота ўзгарткичида тезликни ростлаш жараёнида кучланишни ростлаш векторли усулда амалга оширилиши тезликни аниқ даражада бўлишини таъминлайди. Электр юритманинг ишончли ишлашини, частотанинг кичик қийматларида моментни оширишини ва динамик исрофларнинг камайиши шартлари тўлиқ бажарилади.

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўллари жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

VI. МУСТАҚИЛ ИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШНИНГ ШАКЛИ ВА МАЗМУНИ

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган холда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

Мустақил таълим мавзулари

1. Электрон коммутацион асбоблар.
2. Электр коммутацион аппаратлар.
3. Кисик қувватли асинхрон моторларни ишга тушириш.
4. Асинхрон моторнинг энергетик диаграммасини қуриш.
5. Синхрон моторнинг энергетик диаграммасини қуриш.
6. Ўзгармас ток моторининг энергетик диаграммасини қуриш.
7. Магнит ишга туширгичлар.
8. Тиристорли кучланиш ростлагич.
9. Билвосита частота ўзгарткич.
10. Бевосита частота ўзгарткич.
11. Параметрик ўзгарткичлар.
12. Электр машиналарининг совутиш тизимлари.
13. Трансформаторларнинг совутиш тизимлари.
14. Ток автоном инверторлари.
15. Кучланиш автоном инверторлари.
16. Асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари.
17. Ўзгармас ток моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари.
18. Синхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари.
19. Тиристорли тўғрилагичларнинг асосий тавсифлари.
20. Импульс-фазали бошқариш тизими.

VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Автоматлаштирилган электр юритма	Электр моторни босқаришда босқарилувчи ўзгарткичлардан фойдаланиладиган электр техник қурилма	Automated electric drive – electromechanical system providing the action of the electrical drive and working mechanism
Автоном инвертор	ўзгармас ток кучланишини частотаси босқариладиган ўзгарувчан ток кучланишига ўзгартирувчи яарим ўтказгичли электр ўзгарткич	Autonomous inverter – semiconductor device transforming direct current voltage to alternative current voltage and regulating its frequency
Асинхрон моторнинг минимум статор токи иш режими	асинхрон мотор механик қувватига мос келувчи статор токининг энг кичик қийматидаги иш режими	Asynchronous motor working with minimal current of stator – the minimal current of stator supporting mechanical power of asynchronous motor
Асинхрон моторнинг минимум умумқувват исрофи иш режими	асинхрон мотор механик қувватига мос келувчи минимум умумқувват исрофининг энг кичик қийматидаги иш режими	Asynchronous motor working with minimal total power loss – working regime of asynchronous motor with minimal total power supporting mechanical power of asynchronous motor
Асинхрон моторнинг минимум реактив қувват истеъмоли иш режими	асинхрон мотор механик қувватига мос келувчи минимум реактив қувват истеъмоли қийматидаги иш режими	Asynchronous motor working with minimal reactive power loss – working regime of asynchronous motor with minimal reactive power supporting mechanical power of asynchronous motor
Асинхрон моторнинг энергетик кўрсаткичлари	Асинхрон моторнинг фойдали ва қувват коэффисцентлари	Energy indices of asynchronous motor – useful coefficient and power coefficient of asynchronous motor
Асинхрон моторларда реактив қувватни компенсациялаш	Асинхрон моторларга берилаётган кучланиш қийматини моторнинг юкланиш даражасига боғлиқ равишда ростлаш	Reactive power compensation of asynchronous motor – Regulation of voltage supplying asynchronous motor related to motor load degree.
Билвосита частота ўзгарткич	Тармоқдаги ўзгарувсхан ток кучланишини ўзгармас ток кучланишига ўзгартириб	Frequency inverter by two steps – Inverting the voltage of alternative current of power

	сўнгра частотаси ва қиймати ростланувчи ўзгарувчан ток кучланишига (токига) ўзгартирувчи техник қурилма	supply by two steps: 1) inverting the alternative current to direct current voltage; then 2) inverting the DC to AC with regulating voltage and frequency.
Бевосита частота ўзгарткич	тармоқдаги ўзгарувчан ток кучланишини тўғридан – тўғри частотаси ва қиймати ростланувчи о'згарувсхан ток кучланишига ўзгартирувчи техник қурилма	Direct (1 step) frequency inverter - a technical installation Inverting the voltage and frequency of alternative current of power supply by one steps
Бошқарилувчи ўзгарткичлар	кириш кўрсаткичини ўзгартириш натижасида чиқиш кўрсаткичи бошқариладиган бошқарилувчи ярим ўтказгичли ва электр механик ўзгарткичлар	Controlled inverter – controlled semiconductor and electromechanical devices, its output signals are controlled by input signals
Бошқарилувчи ўзгармас ўзгарткичлари	ўзгармас ток моторининг чиқиш кўрсаткичлари: тезлиги, тезланиши, бурилиш бурчаги ва бошқа механик кўрсаткичларини бошқаришга хизмат қилувчи бошқарилувчи ярим ўтказгичли тўғрилагичлар, ўзгармас ток импулс кенглиги ўзгартириладиган ўзгарткичлар, параметрик ўзгарткичлар, ўзгармас ток генераторлари	Controlled DC inverter – semiconductor inverter which controls output signals of DC motors as speed, acceleration. turning angle etc.
Бошқарилувчи ўзгарувчан ўзгарткичлари	ўзгарувчан ток моторлари (асинхрон ва синхрон моторлар) чиқиш кўрсаткичлари: тезлиги, тезланиши, бурилиш бурчаги ва бошқа механик кўрсаткичларини бошқаришга хизмат қилувчи ярим ўтказгичли частота ўзгарткичлар, йарим ўтказгичли кучланиш ростлагичар, параметрик ўгарткичар, асинхрон ва синхрон генераторлар	Controlled AC inverter – semiconductor inverter which controls output signals of AC motors (synchronous and asynchronous) as speed, acceleration. turning angle etc.
Бошқарилувчи ўзгармас ток электр механик ўзгартгичлар	мустақил кўзгалувчан чулғамли ўзгармас ток генераторлари	Controlled DC electromechanical inverter – DC generator with independent rise winding

Бошқарилувчи ўзгарувчан ток электр механик ўзгарткичлар	асинхрон ва синхрон генераторлар	Controlled AC electromechanical inverter – synchronous and asynchronous generators
Бошқарилувчи ўзгармас ток электр ўзгарткичлар	қиймати бошқарилмайдиган ўзгарувчан ток кучланишини қиймати босқариладиган ўзгармас ток кучланишига ўзгартирувчи ярим ўзгарткичли тўғрилагичлар	Controlled DC electrical inverter – semiconductor inverter which regulates the voltage of DC
Реактив қувватни динамик компенсациялаш	асинхрон моторларни ўқидаги юкланишнинг номиналдан кам бўлганда статор чулғамига берилаётган кучланишни мос равишда камайтириш билан реактив қувватни компенсациялаш тушунилади	Dynamic compensation of reactive power – compensation of reactive power by decreasing the voltage supplying the motor's stator winding when the load of asynchronous motor is lower than nominal
Турбомеханизмлар	статик тавсифлари вентилятор кўринишга ега бўлган ва ишлаш асоси марказдан қочувчи кучларга асосланган техник қурилмалар: насослар, вентиляторлар ва компрессорлар	Turbo mechanisms - Technical installations which acts on a base of running from the center and have ventilator characteristics
Тахогенераторлар	айланиш тезлигини электр сигналига ўзгартирувчи генератор режимида ишлайдиган микромашиналар	Tacho generator - Micro machines which work as a generator and transform the speed to electrical signal
Ўлчов ўзгарткич	электрик ёки ноэлектрик катталикларни бошқарув тизими учун мос кўринишга ега бўлган электр сигнал кўринишига келтирувчи қурилма	Measuring inverters – installations which transform electrical non-electrical signals to suitable form of electrical signal
Компенсацион қурилмалар	электр тармоғи ва унга уланган асинхрон моторларнинг қувват коэффициентларини оширишга хизмат қилувчи конденсатор батареялари ва синхрон компенсаторлар	Compensational installations – Condenser or synchronous compensators which help to increase power coefficient of electrical power supply or asynchronous motors
Тиристорли кучланиш ростлагич	уч фазали тармоқнинг ҳар бир фазасига параллел – қарамақарши бир жуфт тиристорлар уланиб, тиристорларнинг очилиш	Thyristor voltage inverter – Electro technical installations based on parallel or opposite connected thyristors and regulating the AC voltage of

	бурчакларини бошқариш натижасида ўзгарувчан ток кучланиши ростланувчи электр техник қурилма;	power supply
Энергия тежамкор асинхрон электр юрита	энергетик кўрсаткичларидан бири энергетик кўрсаткичларини оптималлаш мезонларидан бири қўлланилган электр юрита	Energy saving asynchronous electric drive – asynchronous electrical drive, which allows to save electrical energy
Электр машинанинг эквивалент иссиқлик схемаси	электр машиналарнинг актив қисмларини иссиқлик жисмлари тарзида қаралиб, улар орасидаги иссиқлик бўйича боғланишларни иссиқлик ўтказувчанлик билан белгиланиши	Equivalent heat scheme of electrical machine – considering the parts of electrical machine as a heat bodies and marking connections between them as heat conduction
Энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларнинг автоматик бошқариш тизими	энергетик кўрсаткичларидан бири энергетик кўрсаткичларини оптималлаш мезонларидан бири қўлланилган электр юритмаларни автоматик бошқариладиган тизим	Automated control systems of energy saving asynchronous drives – allows to realize one of the criterion of energy optimization

VIII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар:

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Miltiadis A. Boboulos, Automation and Robotics, ISBN 978-87-7681-696-4, 2010
3. Имомназаров А.Т., Аъзамова Г.А. Асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари. Монография. - Тошкент: ТошДТУ, 2014. – 140 б.
4. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2-nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
5. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
6. Хашимов А.А., Абидов К.Г. Энергоэффективные способы самозапуска электроприводов насосных станций. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2012. - 176с.
7. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Бюл., №5. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т.
8. A.A. Khfshumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
9. Miltiadis A. Boboulos. Automation and Robotics. ISBN 978-87-7681-696-4, 2010.

Интернет ресурслари:

1. <http://www.Ziyonet.uz>
2. <http://dhees.ime.mrsu.ru> ,
3. <http://rbip.bookchamber.ru>,
4. <http://energy-mgn.nm.ru>,
5. <http://booket.ru>,
6. <http://unilib.Ru>