

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АБУ РАЙҲОН БЕРУНИЙ номидаги ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

Қўлёзма ҳуқукида

ҲОЛИҚОВА ҲУРШИДА АБДУЛЛАЕВНА

**«ЭНЕРГЕТИК АУДИТ ВА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИК»
ФАНЛАРИДАН МАСОФАДАН ТАЪЛИМ БЕРИШ ТИЗИМИНИ
ЖОРИЙ ҚИЛИШ ВА ТАДҚИҚОТЛАШ**

Мутахассислик: 5А522801 – энергетик аудит ва энергия тежамкорлик.

ДИССЕРТАЦИЯ

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ МАГИСТРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ ОЛИШ УЧУН
ТАЙЁРЛАНГАН**

**Илмий иш кўриб чиқилди
ва ҳимояга руҳсат берилди
кафедра мудири**

**Илмий раҳбар
т.ф.н., доцент Имомназаров А.Т.**

« _____ » _____ 2010 й.

Тошкент – 2010

МУНДАРИЖА

Кириш	5
1. Масофадан таълим беришнинг асосий жиҳатлари	7
1.1. Масофадан таълим беришнинг узлуксиз таълим тизимидаги ўрни	7
1.2. Ўзбекистонда таълим соҳасида инфор­мацион технологияларнинг ривожланиши	12
1.3. Ўзбекистонда масофадан таълим бериш тизимининг шаклланиши	14
Биринчи боб бўйича хулосалар	23
2. Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик	24
2. 1. Энергетик аудитнинг вазифалари	24
2.2. Саноат корхоналарида энергетик аудит ўтказиш тартиби	26
Иккинчи боб бўйича хулосалар	29
3. «Саноат электротехник қурилмаларини оптимал бошқариш» фанидан электрон ўқув қўлланма яратиш	30
3.1. Электрон нашрларга қўйиладиган талаблар	30
3.2. “Электротехник қурилмаларни оптимал бошқариш” фанидан электрон ўқув қўлланмани яратишнинг жиҳатлари	32
3.3. «Саноат электротехник қурилмаларини оптимал бошқариш» фани электрон ўқув қўлланмасини яратишда фойдаланилган ўқув адабиётлар таҳлили	35
3.4.«Саноат электротехник қурилмаларини оптимал бошқариш» фани электрон ўқув қўлланмасининг матни	37
4. «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари» кафедрасида масофадан таълим беришни ташкил этиш	101
Магистрлик иши бўйича якуний хулосалар	102
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	104
Иловалар	108

КИРИШ

Тадқиқот мавзусининг долзарблиги. Ҳозирда олий ва ўрта махсус таълим тизимида кадрларни тайёрлаш, малакасини ошириш ва қайта тайёрлаш жараёнида янги педагогик технологиялар яратиш ва амалиётга қўллаш катта аҳамиятга эгадир. Бозор иқтисодиёти шароитида кадрлар тайёрлаш ва қайта тайёрлашда анъанавий кундузги таълим тизимидан тингловчи учун камҳаржли бўлган масофадан таълим бериш (МТБ) тизими бир қанча афзалликларга ва қулайликларга эга. Таълим тўғридан-тўғри иш жойининг ўзида, сутканинг исталган вақтида олиб борилиш, тингловчи материалларни ўзлаштириши даражасини ўзи назорат қилиб бориши, ўқитувчи билан хоҳлаган вақтида мулоқатга кириши ва ўз вақтида вазифалар олиб туриши мумкин ва аниқ фанлардан виртуал лаборатория ишларини бажариш имконига эга бўлади.

Магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» ихтисослиги фанларини МТБ тизимида ўқитишни йўлга қўйиш ишлаб чиқаришга ушбу мутахассислик бўйича нисбатан оз муддатда юқори малакали рақобатбардош мутахассисларни тайёрлаш имконини беради.

Тадқиқотнинг мақсади магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» ихтисослиги фанларини ўқитишда масофадан таълим бериш тизимини шакллантириш ва амалиётга қўллашдан иборат. Бу қўйилган мақсадга эришиш учун қуйидаги **вазифаларни** ечиш керак бўлади:

- Энергетик аудит фани учун масофадан таълим бериш тизимини яратишнинг ўзига хос хусусиятларини аниқлаш;
- Энергия тежамкорлик фани учун масофадан таълим бериш тизимини яратишнинг ўзига хос хусусиятларини аниқлаш;

Тадқиқотнинг илмий янгилиги шундаки, хали бу магистратура таълимида мутахассислик фанлари бўйича масофадан таълим бериш тизими яратилмаганлиги ва бу илмий-педагогик масала жиҳатлари энди кўрилаётганлигидадир.

Тадқиқот предмети магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» ихтисослиги фанларини ўқитишда масофадан таълим бериш тизимининг ташкил этувчиси бўлган Энергетик аудит ва Энергия тежамкорлик мутахассислик фанлари учун масофадан таълим бериш тизимини яратиш ва тадқиқот қилиш.

Тадқиқот объекти магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» ихтисослиги фанларини ўқитишда масофадан таълим бериш тизимини яратиш.

Амалий аҳамияти. Магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» ихтисослиги фанларини МТБ тизимида ўқитишни йўлга қўйиш ишлаб чиқаришга ушбу мутахассислик бўйича нисбатан оз муддатда, камхарж қилган ҳолда юқори малакали бозор иқтисодиёти учун рақобатбардош олий маълумотли мутахассисларни тайёрлаш имконини беради.

Апробация. Диссертациянинг асосий қисмлари Абу Райҳон Беруний номли Тошкент давлат техника университети, Энергетика факультети «Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялар» кафедрасининг 2009-10 ўқув йилларидаги илмий семинарларда тингланган ва «Электромеханика фанларини масофадан таълим беришни ташкил этишнинг баъзи жиҳатлари» номли илмий мақоласи «Техника юлдузи» номли илмий-техникавий журналнинг 2010 йилги № соида чоп этилган.

Диссертация ишининг ҳажми 110 бетдан иборат ва **таркибий тузилиши** кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ҳамда иловадан иборат.

ЯКУНИЙ ХУЛОСАЛАР

«Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» фанларидан масофадан таълим бериш тизимини яратиш ва тадқиқоти» номли магистрлик диссертациясини тайёрлаш давомида олинган борилган тадқиқот ишлари натижаларидан олинган якуний хулосалар қуйидагилардан иборат:

1. Жаҳон олий ва ўрта махсус таълим тизимида кечаётган жараёнлар чуқур таҳлил қилиб чиқилди ва ҳозирда олий ўқув тизимидан бутунлай тугатилган сиртки таълим тизимининг бозор иқтисодиёти даврида ўзини оқлай олмаслиги яққол кўринди.

2. Олий ва ўрта махсус таълим тизимида тоборо масофадан таълим бериш тизимининг (МТБ) ривожланиб бориши барча мамлакатлар учун кадрлар тайёрлашнинг энг камҳарж усули эканлиги таҳлил қилинди.

3. Ўзбекистоннинг олий ва ўрта махсус таълим тизимида масофадан таълим бериш тизимининг яратишни ва такомиллаштиришни кўзда тутилган концепцияси ишлаб чиқилганлиги кадрлаш тайёрлашда самарали янги йўналиш эканлиги ва унинг жиҳатлар таҳлил қилинди.

4. Ўзбекистон Республикасида техник олий ўқув юртлари талабаларини масофадан ўқитишнинг ўзига хос томонлари, турлари ва уларнинг имкониятлари ҳар томонлама кўриб чиқилди.

5. Ўзбекистон Республикаси техник олий ўқув юртлари талабаларини масофадан ўқитишни ташкил этишнинг техник воситалари ва ахборот технологиялари имкониятлари ва талабаларнинг билимларини назорат қилиш ва баҳолаш турлари қаралди.

6. Талабаларнинг магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» мутахассислигида олган энергетик аудит ҳамда энергия тежамкорлик бўйича олган билимларни саноат корхоналари энергетик қурилмаларини энергетик аудит қилишда ва унинг асосида энеретик қурилмалардан самарали фойдаланиш йўллари тавсияларини ишлаб чиқиш масалалари қараб чиқилди.

7. Магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» мутахассислиги фанлари тахлили асосида электрон ўқув қўлланма яратиш учун «Электротехник қурилмаларни оптимал бошқариш» фанини танладик.

8. Электрон нашрларга қўйиладиган асосий талаблар ва улар асосида магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» мутахассислиги фани «Электротехник қурилмаларни оптимал бошқариш» фани бўйича электрон ўқув қўлланма яратишнинг турли вариантлари тахлил қилинди.

9. Танланган магистратура фани бўйича электрон ўқув қўлланма тайёрлашда асосан Интернет материалларидан ҳамда «Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялар» кафедрасининг профессор – ўқитувчилари (проф. Ҳошимов О.О. ва доц. Имомназаров А.Т.) томонидан яратилган дарслик, ўқув қўлланма ва услубий кўрсатмалардан фойдаланилди.

10. Магистратуранинг «Энергетик аудит ва энергия тежамкорлик» мутахассислиги фани «Электротехник қурилмаларни оптимал бошқариш» фани бўйича яратилган электрон ўқув қўлланма масофадан таълим олувчилар учун ZIYNET ўқув адабиётлар сайтига жойлаштирилиши мумкин, кундузги таълим олувчилар учун эса электрон версияси СД дискка ёзилган олий таълим ўқув юрталарининг информацион-ресурс Марказларига топширилади.

11. Тошкнт Давлат техника университетининг «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари» кафедраси негизида кадрларни қайта тайёрлаш ва бакалавриятнинг «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари» йўналиши бўйича таълим тизимини масофадан таълим бериш тизимига ўтказиш марказини ташкил этиш мақсадга мувофиқдир.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Основы энергосбережения: Учебное пособие /Б. И. Врублевский, С. Н. Лебедева, А. Б. Невзорова и др.; Под ред. Б. И. Врублевского. — Гомель: ЧУП «ЦНТУ «Развитие», 2002.
2. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. пособие / А.А. Андрижиевский, В.И. Володин. -2-е изд., испр. - Мн.: Выш. шк., 2005.
3. Охрана труда и основы энергосбережения. Учебное пособие для ВУЗов – Э.М. Кравченя, Р.Н.Козел, И.П. Свирид. Мн. 2004.
4. Маркарьян Э.А. Экономический анализ хозяйственной деятельности: / Э.А. Маркарьян, Г.Н.Герасименко, С.Э. Маркарьян. – Ростов н/Д: Феникс, 2005.
5. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений. РД.34.01 – 03 / Под общ. редакцией С.К. Сергеева; 2-е изд., перераб. и доп. Н.Новгород: НИЦЭ, 2003. 228 с.
6. Методические материалы для энергоаудита. / Под ред. А.Г.Вакулко, О.Л.Данилова, - 144с.
7. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Олий ўқув юртлар учун дарслик. Тошкент: «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 95б.,
8. Хашимов А.А. Основы энергосберегающего электропривода. Учебное пособие для вузов. Ташкент: ТГТУ, 1999г., 40 с.,
9. Хашимов А.А. Специальные режимы частотно – управляемых асинхронных электроприводов. М.: Энергоатомиздат, 1994.,
10. Imomnazarov A.N. Sanoat korxonalarini va fuqarolik binolarining elektr jihozlari. Kasb – hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: Ilm-ziyo, 2006. 270 b.,
11. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари. 1 – қисм. Олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма. Тошкент: ТДТУ, 2004, 194 б.,

12. Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarning elementlari. Oliy o`quv yurtlari uchun darslik. Toshkent: «Ta`lim», 2009. 155 b.

13. Международное стандартное библиографическое описание для электронных ресурсов — ISBD (ER)

14. Российские электронные издания: Каталог.—Вып. 4: Новые поступления в гос. Депозитарий / Авторы–составители: Вигурский К.В., Глушкова О.Л., Негадова В.И. (под общ. ред. Антопольского А.Б.) — М.: НТЦ “Информрегистр”, 2000.

15. Агеев В.Н. Электронная книга: Новое средство соц. коммуникации. М.: 1997.

16. Гречихин А.А., Древис Ю.Г. Вузовская учебная книга: Типология, стандартизация, компьютеризация. М.: Логос, 2000.

17. Мильчин А.Э. Издательский словарь–справочник. М.: Юристъ, 1998.

18. Субботин М.М. Новая информационная технология: Создание и обработка гипертекстов. М., 1992.

19. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. М.: Энергоатомиздат, 1987.

20. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т., Серов А.Е. Теоретические и экспериментальные исследования электромагнитных и тепловых процессов частотно-управляемых асинхронных электродвигателей. В мат. У11-Всесоюз. конф. авто. электропривода, полуп. прибор. и преобразователей. Москва, 1979. С. 28-29.

21. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т., Серов А.Е. Электромагнитные и тепловые процессы в частотно-управляемых асинхронных электродвигателях. В кн.: Автомат. электроприводы, силовые полупроводниковые приборы и преобразовательная техника. Москва, Энергоатомиздат, 1983. С. 223-231.

22. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т., Серов А.Е. Исследование электромагнитных и тепловых процессов частотно-управляемых асинхронных электродвигателей // «Электротехника», № 6, 1981. С. 15-17.

23. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т., Сабиров Ш.М. Частотно – регулируемый асинхронный электропривод с экстремальным управлением. Патент Российской Федерации № 2069034, 10.11.1996 г.

24. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т., Аъзамова Г.А., Муртазина Р.Э. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод электромобиля. В мат. межвуз. научно-техн. конф. аспирантов и магистров. Ташкент, 2001. с. 13-15.

25. Имамназаров А.Т. Асинхрон моторларнинг минимум кувват исрофи режимида ишлаши асослари//ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2005, № 2, 33 – 38 б.

26. Имамназаров А.Т. Асинхрон моторлар валидаги юкланиш momenti кийматини аниқлашнинг аналитик усули// ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2005, №4.

27. Имамназаров А.Т. Расчет нагрева асинхронных двигателей с помощью преобразованных эквивалентных тепловых схем.//Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. – Тошкент, 2005, № 1, с. 20 – 25.

28. Имамназаров А.Т., Имамназаров Т.А. Возможности использования ветроэнергетики в Узбекистане. В сб. трудов международной научно – технической конференции «Современное состояние и перспективы развития энергетики». – Ташкент, ТашГТУ, 2006. с. 308 – 310.

29. Имамназаров А.Т., Имамназаров Т.А. Нетрадиционный источник электрпитания электромобилей. В сб. трудов международной научно – технической конференции «Современное состояние и перспективы развития энергетики». – Ташкент, ТашГТУ, 2006. с. 308 – 310.

30. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalarining elektr jihozlari. Kasb – hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent: «SHARQ» NMAK, 2005. 134 b.

31. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalaridagi elektr jihozlariga xizmat ko`rsatish va tamirlash. Kasb–hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: «Turon iqboli», 2006. 175 b.

32. Imomnazarov A.T. Elektromexanik tizimlarning elementlari. Oliy o`quv yurtlari uchun darslik. Toshkent: «Talqin», 2009. 156 b.

33. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalari va fuqarolik binolarning elektr jihozlari. Kasb–hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: «Ilm ziyo», 2006. 185 b.

34. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Kasb–hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: «Cho`lpon», 2007. 145 b.

35. Интернетдан олинган материаллар.

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 621.313
На правах рукописи

РАХМАТУЛЛАЕВ НОДИРБЕК САЙДУЛЛАЕВИЧ

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СТАЦИОНАРНЫХ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА 500 кВ ТАШ ТЭС**

**Специальность: 5А521311 – Электропривод и автоматизация
промышленных установок и технологических комплексов**

ДИССЕРТАЦИЯ

ДЛЯ ПРИСВОЕНИЯ СТЕПЕНИ МАГИСТРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Работа рассмотрена и
допущена защите
Зав. кафедрой

« _____ » _____ 2012 г.

Научный руководитель
к.т.н., доц. Имамназаров А.Т.

Ташкент – 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

**1. Силовые элементы подстанции с напряжением 500 кв
Ташкентской ТЭС**

1.1. Часть однолинейной схемы подстанции Ташкентской ТЭС с
высоковольтными воздушными выключателями

1.2. Конструктивные особенности высоковольтных воздушных
выключателей

1.3. Принцип работы пневматического привода выключателей
высокого напряжения

Выводы по главе

**2. Воздушные компрессоры используемые для
функционирования воздушных выключателей**

2.1. Принцип работы и особенности эксплуатации воздушных
компрессоров

2.2. Рабочие процессы поршневого компрессора

2.3. Основные причины снижения эффективности работы
воздушных компрессоров и способы их устранения

Выводы по главе

3. Электроприводы для поршневых компрессоров

3.1. Особенности работы привода поршневых компрессоров

3.2. Номинальные технические параметры воздушных компрессоров
эксплуатируемые на подстанциях

3.3. Основные требования, предъявляемые к электропроводам
воздушных компрессоров

Выводы по главе

4. Разработка энергосберегающего частотно-регулируемого

асинхронного электропривода ДЛЯ поршневого компрессора ВШВ 3/100

- 4.1. Энергосберегающие режимы работы частотно – регулируемых асинхронных двигателей
- 4.2. Энергосберегающая автоматизированный частотно-регулируемый асинхронный электропривод воздушного компрессора
- Выводы по главе

5. Основные параметры частотно-регулируемого асинхронного двигателя компрессора ВШВ 3/100

- 5.1. Номинальные электрические, энергетические и механические параметры асинхронного двигателя
- 5.2. Расчет основных параметров частотно-регулируемого асинхронного двигателя при различных значениях частоты по закону регулирования напряжения $\gamma = \alpha$
- 5.3. Расчет основных параметров частотно-регулируемого асинхронного двигателя при различных значениях частоты по закону регулирования напряжения $\gamma = \alpha \cdot \sqrt{\mu_c}$
- 5.4. Расчет основных параметров частотно-регулируемого асинхронного двигателя при различных значениях частоты по закону регулирования напряжения $\gamma = \text{var}(I_2 \leq I_{2H})$
- Выводы по главе

Заключение

Литература

Приложения

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования является то, что магистерская диссертация посвящена оптимизации потребления электрической энергии механизмами собственных нужд Ташкентской ТЭС, в примере, электроприводов компрессорных установок и станций применяемых для включения и отключения высоковольтных воздушных выключателей. И это способствует уменьшению потребления электроэнергии в собственных нужд ТЭС, в результате чего уменьшается себестоимость вырабатываемой и передаваемой потребителям электроэнергии. Предлагается для управления компрессорной установки энергосберегающий частотно-регулируемый асинхронный электропривод с оптимизацией энергетических параметров асинхронного двигателя.

Целью исследования являются разработка и исследования энергосберегающего частотно-регулируемого асинхронного электропривода компрессорной установки и для достижения этой цели необходимо решать следующие **задачи исследования**:

1. определения и анализ электрических, механических и энергетических параметров частотно-регулируемого асинхронного двигателя компрессорной установки для различных значений режимов работы и нагрузки;

2. научно обосновать закона оптимального управления энергетическими параметрами частотно-регулируемого асинхронного двигателя компрессорной установки;

3. разработка функциональной и структурной схемы автоматического управления энергосберегающего частотно-регулируемого асинхронного электропривода компрессорной установки.

Научной новизной исследования: разработка и анализ работы системы автоматического управления энергосберегающего частотно-регулируемого асинхронного электропривода для компрессорной установки Ташкентской ТЭС.

Предметом исследования является энергосберегающий частотно-регулируемый асинхронный электропривод компрессорных установок предназначенные для функционирования высоковольтных воздушных выключателей.

Практическая значимость заключается в том, что при использовании энергосберегающего частотно-регулируемого асинхронного электроприводов для компрессорных установок позволяет, уменьшит потребления электроэнергии собственных нужд ТЭС и это способствует уменьшению себестоимость вырабатываемой и передаваемой электроэнергии потребителям.

Апробация. Результаты научного исследования были доложены в научных семинарах кафедры «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» приводившийся, в 2010 – 2012 учебных годах и была подготовлена две статья для публикации в научно-техническом журнале «Техника юлдузлари»: «Энергосберегающий асинхронный электропривод компрессорных установок» и «Компрессорларнинг тезлиги ростланмайдиган асинхрон электр юритмаларини энергия тежамкор иш режимларида бошқариш»

Структура и объем диссертационной работы состоит из введения, пяти глав, списка использованных литератур, заключение и приложения и основная часть составляет 71 машинописных страниц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении магистерской диссертации по теме **«МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СТАЦИОНАРНЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА 500 кВ ТАШ ТЭС»** были получены следующие результаты:

1. Анализированы назначения высоковольтных воздушных выключателей установленных в Ташкентской ТЭС и рассмотрены их принцип работы.

2. Анализированы функционирования электрической схемы управления пневмопривода высоковольтных воздушных выключателей, принцип работы поршневых компрессоров и компрессорных станций предназначенные для совместной работы с высоковольтными воздушными выключателями.

3. Выявлены основные причины неэкономичной работы воздушных компрессоров и определены пути повышения эффективности их работы.

4. Сформулированы основные требования, предъявляемые к электроприводам воздушных поршневых компрессоров предназначенные для совместной работы высоковольтными воздушными выключателями.

6. Обоснован выбор частотно-регулируемого асинхронного электропривода для управления воздушными поршневыми компрессорами и анализированы возможные энергосберегающие режимы работы асинхронного двигателя, обеспечивающие минимум потерь и тока статора, минимум потребления реактивной мощности из сети.

7. Представлена разработанная блочно-структурная схема энергосберегающего автоматизированного частотно-регулируемого асинхронного электропривода и описывается принцип реализации энергосберегающего режима работы асинхронного двигателя.

8. Разработана методика расчета основных параметров асинхронного двигателя при различных значениях частоты и момента нагрузки частотно-регулируемого электропривода компрессорной установки.

9. Предлагается закон регулирования напряжения частотно-регулируемого асинхронного двигателя $\gamma = \text{var}(I_2 \leq I_{2H})$, который позволяет экономить электроэнергию в год по компрессорной станции на 70956 кВт.ч.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Анчарова Т.В., Гамазин С.И., Шевченко В.В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях. М.: Высшая школа, 1990.
2. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными электродвигателями. М.: Энергоиздат, 1982, 216 с.
3. Зимин Е.Н. и др. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. М.: Энергоиздат, 1981.
4. Копытов Ю.В., Чуланов Г.А. Экономия электроэнергии в промышленности. М.: Энергия, 1978.
5. Миронов Ю.М., Миронова А.Н. Электрооборудование и электроснабжение электротермических, плазменных и лучевых установок. М.: Энергоатомиздат, 1991. 376 с.
6. Крычков А.Д. Автоматизация поршневых компрессоров. Л.: Машиностроение, 1972.
7. Курчавин В.М., Мезенцев А.П. Экономия тепловой и электрической энергии в поршневых компрессорах. Л.: Энергоатомиздат, 1985.
8. Назаренко У.П., Межеричкий Н.А. Эксплуатация и повышение экономичности воздушных компрессорных установок. М.: Энергия, 1977.
9. Рыбин.А.И., Закиров Д.Г. Экономия электроэнергии при эксплуатации воздушных компрессорных установок. М.: Энергоатомиздат, 1988. 72 с.
10. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. М.: Энергоатомиздат, 1984.
11. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. М.: Энергия, 1974.
12. Справочник по автоматизированному электроприводу. Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. М.: Энергоатомиздат, 1983.
13. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик қурилма ва мажмуаларнинг элементлари. Тошкент: “ЎАЖБНТ” Маркази, 2003.

14. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Олий ўқув юртлари учун дарслик. Тошкент, «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 96 б.

15. Хашимов А.А. Режимы работы энергосберегающего асинхронного электропривода. В мат. 3 – Международного симпозиума по электрическим моторам и системам управления. PATRAL, Греция, 1999.

16. Хашимов А.А. Энергосберегающие системы автоматизированного электропривода переменного тока // Электротехника, № 11, 1995. С. 34 – 39.

17. Имамназаров А.Т., Хашимов А.А., Сабиров Ш.М. Частотно – регулируемый асинхронный электропривод с экстремальным управлением. Патент Российской Федерации № 2069034, 10.11.1996 г.

18. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalaridagi elektr jihozlariga xizmat ko`rsatish va tamirlash. Kasb–hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: «TURON IQBOLI», 2006. 175 b.

19. Imomnazarov A.T. Kon korxonalarining elektr jihozlari va elektr ta`minoti. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent: MOLIYA, 2010.165 b.

20. Электротехнический справочник.Т - 1, 2, 3. М.: Энергия, 1976.

21. Imomnazarov A.T. Sanoat kprxonolari va fuqarolik binolarining elektr jihozlari. Toshkent: ILM ZIYO, 2006 y.

22. Imomnazarov A.T. Elektromexanik tizimlarning elementlari. Toshkent: Talqin, 2009 y.

23. Материалы из Интернета.

Имомназаров А.Т. ва к. ўқит. Аъзамова Г.А.
(ТошДТУ)

ОПТИМАЛ БОШҚАРИЛАДИГАН АСИНХРОН ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНО-УПРАВЛЯЕМЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

MATHEMATICAL MODEL OF IS OPTIMUM-OPERATED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVES

Асинхрон машинанинг статик иш режимларини ифодаловчи тенгламалар тизими асосида тузилган математик модел энергетик кўрсаткичларини оптималлаш имконини беради.

Созданная на основе системы уравнений статического режима работы математическая модель асинхронной машины позволяет оптимизировать ее энергетических параметров.

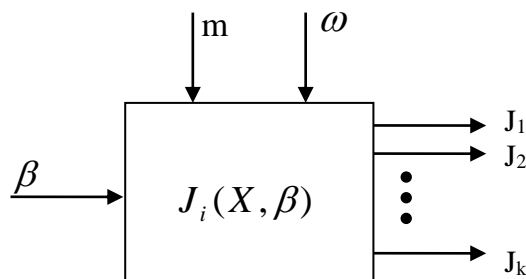
Created on the basis of system of the equations of a static operating mode the mathematical model of the asynchronous car allows to optimize its power parameters.

Асинхрон моторнинг статик тенгламалари таҳлили уни бошқариш объекти сифатида қаралганида уч бошқарилувчи кўрсаткичли тизимдан иборат деб қараш имконини беради. Асинхрон моторнинг m, ω кўрсаткичлари технологик вазифа шартларидан келиб чиқадиган кўрсаткичлар бўлиб, бошқарилувчи векторнинг фақат биргина ташкил этувчиси (α) ни ўзгартириш натижасида оптимал бошқаришни излаш мумкин бўлади [1]

Экстремал бошқаришнинг синтез масалаларини ечишда α нинг ўрнига бошқариш таъсири сифатида абсолют сирпанишини олиш қулай:

$$\beta = \alpha - \omega . \quad (1)$$

Юқорида келтирилган изоҳлар асосида бошқариш объектининг математик модели 1 – расмда келтирилган кўринишда бўлади.



1 – расм. Асинхрон электр юритманинг экстремал бошқариш объекти сифатидаги математик модели

Математик модел операторини шакллантиришда асинхрон мотор тенгламалар тизимидан фойдаланамиз [1]:

$$\begin{aligned}
u_s^2 &= \zeta_n^{-1} \zeta(\omega, \beta) m; \\
i_s^2 &= \varepsilon_n^{-1} \varepsilon(\beta) m; \\
\psi_s^2 &= \delta_n^{-1} \delta(\beta) m; \\
P_{\text{мех}} &= m \omega; \\
\Delta p &= m \chi(\omega, \beta) + \Delta p_{\text{мех}} + \Delta p_{\text{куш}}; \\
p_s &= m[\omega + k_{\Delta} \chi(\omega, \beta)]; \\
q_s &= m\{\varepsilon(\beta) \zeta(\omega, \beta) - [\omega + k_{\Delta} \chi(\omega, \beta)]^2\}^{1/2}; \\
s_s &= m[\varepsilon(\beta) \zeta(\omega, \beta)]^{1/2}; \\
\cos \varphi_s &= [\omega + k_{\Delta} \chi(\omega, \beta)][\varepsilon(\beta) \zeta(\omega, \beta)]^{-1/2}; \\
\eta &= [\omega - k_{\Delta} (\Delta p_{\text{мех}} + \Delta p_{\text{куш}}) m^{-1}][\omega + k_{\Delta} \chi(\omega, \beta)]^{-1},
\end{aligned} \tag{2}$$

(2) даги катталыклар нисбий бирликларда берилган [1,2].

Асинхрон мотор юкланиш моментининг нисбий қийматининг $-(2 \div 3) \leq m \leq +(2 \div 3)$ ўзгариши учун минимум статор токи иш режимини бошқариш қонуниятини қуйидаги соддалаштирилган кўринишга келтирилади

$$\beta^0 = \pm r_r \sqrt{\frac{F}{(l_m + l_{r\sigma})(l_m + l_{r\sigma}(2 - F))}}; m^0 = \delta_n r_r^{-1} \beta^0 [\phi_m(i_m)]^2,$$

бу ерда i_m – ўзгартирилувчи кўрсаткич; $F = \frac{\phi_m(i_m)}{i_m} \left[\frac{d\phi_m(i_m)}{di_m} \right]^{-1}$ – ёрдамчи функция;

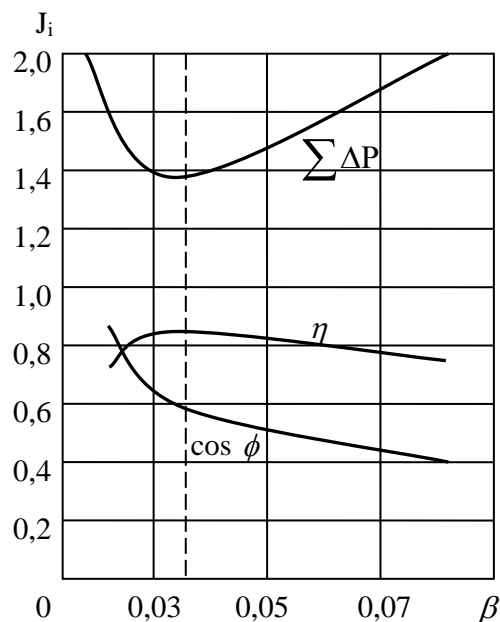
$l_m = \frac{\phi_m(i_m)}{i_m} \sqrt{\frac{\delta_n}{\varepsilon_n}}$. Шунда статор токи $i_s^0 = i_m \sqrt{\frac{l_m(1 + F) + 3l_{r\sigma}}{l_m + l_{r\sigma}(2 - F)}}$ ифода билан аниқланади.

Худди шу шартлар учун асинхрон моторни минимум қувват исрофи режимда бошқариш қонуниятини қуйидаги параметрик тенгламалар тизими билан ифодаланади:

$$\beta^0 = \pm r_r \sqrt{\frac{F + k_c^{-1} \varepsilon_n \delta_n^{-1} l_m^2 (k_r + k_B \omega)}{(l_m + l_{r\sigma})(l_m + l_{r\sigma}(2 - F)) + k_c^{-1} \varepsilon_n \delta_n^{-1} l_m^2 (k_p + k_B \beta_n^2)}}; m^0 = \delta_n r_r^{-1} \beta^0 [\phi_m(i_m)]^2.$$

i_m кўрсаткични ўзгартириш натижасида оптимал бошқаришнинг қуйидаги қонуниятини топамиз $\beta^0 = \beta^0(m = m^0, \omega)$. Бу қонуният асосида асинхрон мотор ҳолатини ифодаловчи (1) тенгламалар тизимидаги бошқа координаталарини мотор тезлиги ва моментини ўзгартириш натижасида оптимал бошқариш имкони яратилади.

Частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон электр юритмани хусусий алоҳида мезонлар бўйича юкланишнинг берилган ўзгариш диапазонлари учун оптимал бошқаришда кучланиш қийматини танлаш катта самара беради. Электр юритманинг барча энергетик кўрсаткичлари экстремал характерга эга бўлади [2,3]. 2 – расмда механик қуввати $P_n = 4,5$ кВт бўлган асинхрон мотор энергетик кўрсаткичларининг абсолют сирпанишга боғлиқ ўзгариш тавсифлари келтирилган.



2 – расм. Қуввати $P_n = 4,5$ кВт бўлган асинхрон мотор энергетик кўрсаткичларининг $m = 1$, $\omega = 1$ иш режими учун абсолют сирпанишга боғлиқ ўзгариш тавсифлари

Шундай қилиб, келтирилган математик моделда, асинхрон моторнинг оптимал иш режимларини таҳлил қилиш бошқариш катталиги скаляр катталиқ бўлган абсолют сирпанишни ўзгартириш асосида амалга оширилади. Бу эса ўз навбатида оптимал ечим ва бошқариш усуллари вариантларини кенг ораликда танлаш имконони беради.

Адабиётлар

1. Шрейнер Р.Т., Дмитренко Ю.А. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами. Кишинев: Штиинца, 1982. 224 с.
2. Имомназаров А.Т. Асинхрон моторларнинг минимум қувват исрофи режимида ишлаши асослари // ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2005, № 2, 33 – 38 б.
3. Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarning elementlari. Oliy o`quv yurtlari uchun darslik. Toshkent: «Ta`lim», 2009. 155 b.

2011 йилнинг 15-16 декабрида ТДТУ да ўтказилган “Энергетикаанинг ҳозирги ҳолати ва келажакдаги ривожланиши” номдаги ҳалқаро илмий – техникавий конференция материалларида чоп этилган.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
Абу Райхон Бериуний номидаги Тошкент Давлат техника университети

О.О.Ҳошимов, А.Т.Имомназаров

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИК ТИЗИМЛАРДА ЭНЕРГИЯ
ТЕЖАМКОРЛИК**

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
«Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялар»
бакалавратура йўналиши талабалари учун дарслик сифатида
тавсия этилган

Тошкент-2004

Ҳошимов О.О., Имомназаров А. Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик (Дарслик). Т.: «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 96 бет.

Мазкур дарслик «Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик» фани дастури асосида тайёрланган. Унда энергия тежамкорлиги ҳақида умумий тушунчалар, қабул қилинган атамаларга қисқа таърифлар берилган. Шунингдек, машина ва механизмларнинг электр эритмалари энергия тежамкорлигига оид бир қатор масалалар мукамал ёритилган.

Дарслик «Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялар» бакалавриат йўналиши талабаларига мўлжалланган.

Такризчилар: т.ф.д., профессор Т.С. Камолов

т.ф.н., доцент Азизов А.А.

«ЎАЖБНТ» Маркази, 2004

КИРИШ

Ҳозирги кунда энергетика ресурсларидан самарали фойдаланишга дунёнинг барча мамлакатларида катта аҳамият берилмоқда. Бундай ҳолатни ёқилғи ва энергия ресурсларини қазиб чиқариш ва қайта ишлаш учун сармоялар сарфини ошиб бориши, қўшимча меҳнат ресурслари ва материалларнинг сарфини ошиб бориши билан изоҳлаш мумкин.

XX аср охири ва XXI аср бошида бутун дунёни қамраб олган энергетик кризис саноати ривожланган мамлакатларда органик ёқилғи ва электр энергиядан иқтисод қилиш мақсадида давлат дастурлари ишлаб чиқилди ва ҳаётга тадбиқ қилиш бўйича илмий ва амалий ишларни ривожлантириш учун сабаб бўлди.

АҚШ ва бошқа саноати ривожланган давлатларда олиб борилган тадқиқотлар, иссиқлик-энергетика ресурсларини иқтисод қилиш имкониятлари беқиёс эканлигини тасдиқламоқда.

Халқаро иқтисодий ташқи лотлардан нуфўзлиси Европа иқтисодий ҳамкорлик ва ривожланиш (ЕИХР) ташкилотининг ҳисоб-китобларига қараганда, энергетика ресурсларининг қазиб чиқаришдан то фойдали энергия сифатида истеъмолчига етиб келиши орасида деярли 70% исроф бўлмоқда, фақат 30% гина истеъмолчига етиб келмоқда. Маълумки, Европа мамлакатларида сарф бўлган 5 млрд. тонна шартли ёқилғининг 1,5 млрд. тоннасигина «Фойдали энергия» сифатида истеъмолчиларга етиб борган, холос.

Халқаро энергетика агентлиги (ХЭА)нинг малумотларига кўра шу ташкилотга кирувчи саноати ривожланган 20 давлатда энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш тўғрисидаги дастур бўйича энергияни иқтисод қилиш 10-15% бўлиши керак эди ва бу давлатлар бу дастурни бажариб, худди шу кўрсаткичларга эришдилар.

Ўзбекистон Республикаси мустақилликка эришгандан сунг МДХ давлатлари ичида биринчилар қаторида энергиядан самарали

фойдаланиш тўғрисида қонун қабул қилди. Бу қонун ёқилғи ва энергетика ресурсларидан фойдаланиш ва ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида барча энергия турларидан самарали фойдаланиш учун ҳуқуқий асос бўлиб хизмат қилмоқда.

1. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИК ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

1.1. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИКДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН АСОСИЙ ТУШУНЧА ВА АТАМАЛАР

Жаҳон энергетиклар кенгашида энергия тежамкорлик соҳасидаги асосий атама ва тушунчалар кўриб чиқилиб, тасдиқланган эди. Энергетиклар конференцияси энергия тежамкорликка тегишли атама ва тушунчаларни асосан олти гуруҳга бўлиб қарашни тавсия этди.

Умумий атамалар

Энергетик занжир – энергия оқимининг бирламчи энергия ресурсларидан то энергиянинг истеъмолчига узатилиб, ундан фойдаланишгача бўлган йўл тушунилади. Масалан газнинг ер остидан олиниши, иссиқлик электр станциясига қувурлар орқали узатилади ва ёқилиши натижасида электр энергия олиниши, бу электр энергиянинг электр тармоқлар орқали истеъмолчига узатилиб ва у маҳсулот ишлаб чиқаришда сарф бўлишгача бўлган йўл тушунилади.

Энергия тежамкорлик – энергия ресурсларидан самарали фойдаланиш учун кўриладиган тадбирлар мажмуаси, Мисол учун ишлаб чиқаришда электр энергияни иқтисод қилишга қаратилган тадбир.

Энергия ҳажми – маҳсулот ишлаб чиқаришда ёки бирор ишни бажаришда сарф бўладиган энергия миқдори. «Энергия ҳажми» атамаси

ҳозирги пайтда кўпроқ энергия солиштирма сарфининг пул бирлигига нисбатан кўрсаткич сифатида қаралади (миллий даромад, маҳсулот таннари).

Энергиядан самарали фойдаланиш – ижтимоий, сиёсий, молиявий чекланишлар, атроф-муҳит, экология ва ҳ.к. ларни ҳисобга олган ҳолда энергияни истеъмолчиларга энг мақбул йўл билан тақсимлаш ва ишлаб чиқаришда қўллаш натижасида иқтисодий фойда олишга эришиш.

Энергияни иқтисод қилиш – ишлаб чиқаришдаги ишлаб чиқаришга сарф бўлаётган энергияни камайтиришга қаратилган тадбир. Мисол учун, электр моторларда қувват исрофини камайтиришга қаратилган тадбир.

Энергияни иқтисод қилишнинг солиштирма сарфлари – ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар салмоғини ўзгартирмаган ҳолда бир йил ичида бирлик маҳсулот учун сарф бўладиган энергия тушунилади. Бу атама одатда фойдани ҳисоблашда қўлланилади.

Энергияни пассив иқтисод қилиш

Исситқлик изоляцияси – электротермик қурилмаларини ташқи муҳит билан кераксиз иссиқлик алмашинувидан асраш, яъни иссиқлик исрофини камайтириш.

Иссиқлик узатиш – электротермик қурилма қисмларидан ҳаво ва газли муҳит орқали иссиқликнинг узатилиши.

Иссиқлик ўтказувчанлик – ўзаро контактда бўлган электротермик қурилма қисмларида иссиқликнинг бир қисмидан иккинчисига узатилиши.

Энергия иқтисодли қурилмалар – яъни иссиқлик ва электр энергия сарфини энг минимал кийматларида фойдаланаётган қурилмалар.

Энергия тежамкор қурилмалар – ишлатилиши даврида юкланиш даражаси кандай бўлишидан катъий назар фойдали иш коэффициенти ва кувват коэффициентини энг юкори бўлган иш режимида ишловчи электр қурилмалар.

Ишлаб турган энергетик ва энергия истеъмолчи қурилмаларида энергияни актив иқтисод қилиш

Биоэнергетик қурилмаларни кондиционерлар ёрдамида иситиш ва ҳавосини мўътадил қилишни маълум дастурлар орқали бажариш.

Юкланиш буйича оптимал бошқариш – саноат қурилмаларидаги энергия сарфини юкланиш даражасига қараб махсус қурилмалар ёрдамида бошқариш.

Юкланишларни ростлаш – саноат қурилмаларида ёрдамчи қурилмалар ва асбоблар ёрдамида амалга оширилади.

Ўтиш жараёнини чегаралаш – саноат қурилмалари ишчи механизмларининг бир иш режимида иккинчисига ўтиш вақтини махсус қурилма ва дастурли бошқариш асосида чегаралаш.

Ишлаб турган энергетик ва энергия истеъмолчи қурилмаларда иккиламчи хом ашё, иккиламчи энергия ресурсларидан фойдаланадиган қўшимча жиҳозлар ёрдамида энергияни актив иқтисод қилиш

Биоэнергетика – уй хайвонлари ва паррандаларнинг органик чиқиндиларидан, шаҳар ва қишлоқлардан, маиший чиқиндилардан ёнувчи газ ҳосил қилиб, эҳтиёжлар учун фойдаланиш.

Иссиқлик алмаштиргич – иссиқлик юкори температурали муҳитдан паст муҳитга ўтувчи қурилма тури.

Конденсатни қайтариш – иссиқлик электр станцияларда электр энергия ҳосил қилишда фойдаланилган буғнинг махсус қурилма ёки жараён натижасида буғ қозонга қайта буғ ҳосил қилиш учун қайтариш.

Механик энергия регенерацияси – махсус чоралар билан қурилмаларда йўқолиб кетиши мумкин бўлган фойдали энергия турига ўзгарадиган механик энергиянинг бир тури. Мисол учун, электр юритмаларнинг каскад схемалари.

Энергия регенерацияси – аниқ технологик жараён ўтгандан сўнг қолган қолдиқ энергиядан шу жараён учун ёки бошқа бир жараён учун фойдаланиш.

Ортиқча иссиқлик регенерациясидан бирор технологик жараён учун ишлаб чиқарилган иссиқликнинг шу жараён учун фойдаланилмаган қисмидан амалий фойдаланиш.

Ташкилий ўзгаришлар ва бошқарувнинг янги тизимларини қўллаб энергияни иқтисод қилиш

Биноларга келтирилувчи совуқ сув ва электр энергия воситасида биноларни иситиш ва иқлимнинг мўътадил қилишнинг энергетик қурилмалари ва тизимларини қўллаш.

Алмаштириш – (*биринчи аҳамияти*) – ишлатилаётган қурилма ёки жараён ўрнига уларнинг ўрнини босадиган нисбатан кам энергия сарф бўладиган қурилма ёки жараён билан алмаштириш; (*иккинчи аҳамияти*) ишлаб чиқариш қурилмаси ёки жараёнида анъанавий энергия ўрнига иқтисодий самара берадиган бошқа турдаги энергия билан алмаштириш.

Иссиқлик – энергия маркази – бир пайтда ҳам иссиқлик, ҳам электр энергия ишлаб чиқариб истеъмолчиларга узатувчи иссиқлик электр станцияси.

Иссиқлик насослари ва иситувчи иссиқлик насос тизимлари

Иситувчи иссиқлик насос тизими – иссиқлик насоси ва иссиқлик тақсимловчи тизимдан иборат. Бу тизимга иссиқликни жамловчи қурилма ва иссиқлик манбаи ҳам кириши мумкин.

Иссиқлик насос қурилмаси – иссиқлик насоси, иссиқлик манбаидан иссиқлик танловчи қурилма ва бошқа жихозлардан иборат бўлади.

Иссиқлик насоси – механик энергия сарф қилиб температураси паст бўлган жисмдан температураси юқори бўлган жисмга иссиқлик узатувчи қурилма.

Энергия тежамкорликдан ташқари энергетиканинг бошқа соҳаларида ҳам кенг қўлланадиган баъзи бир атамаларга изоҳ бериб ўтамыз:

Бирламчи энергоресурс – қайта ишланмаган ёки ўзгартирилмаган энергоресурс (нефт, табиий газ, кўмир, ядро энергияси, гидроэнергия, қуёш ва шамол энергияси ва ҳ. к.).

Бирламчи энергия ресурсларидан фойдаланиш коэффециенти – қурилмага берилаётган энергиянинг шу энергияни ишлаб чиқаришга сарф бўлган барча бирламчи энергоресурсларга нисбати.

Иссиқлик ва электр энергияларни ишлаб чиқарувчи корхоналарнинг ички эҳтиёжлари учун сарф бўладиган энергоресурслар – иссиқлик ва электр энергиялар ишлаб чиқарувчи корхоналар учун технологик жараён учун сарф бўлиши зарур бўлган, қайта ишланган ва ўзгартирилган энергоресурслар.

Истеъмол қилинаётган энергия – энергетик мақсадларда истеъмолчи истеъмол қилаётган энергия ресурслар (барча энергетик секторда сарф бўлаётган энергоресурслар қиймати).

Истеъмолчидаги энергия исрофи – истеъмолчига узатилаётган энергия билан фойдали энергиянинг айирмаси.

Истеъмолчиларда мавжуд бўлган энергоресурслар – истеъмолчи ихтиёридаги узатилган энергоресурслар.

Келтирилган охирги энергия – фойдали иш учун сўнгги ўзгартириш олдидан истеъмолчига келтирилган энергия ёки энергетик ресурс ёки энергия узаткичдаги энергия миқдори.

Келтирилган энергетик ресурс – энергетик қурилмага қайта ишлаш, ўзгартириш, узатиш ёки фойдаланишга мўлжалланган энергетик ресурс.

Солиштира энергия истеъмоли – *биринчи маъноси* – бир абонетга, бир кишига, бир жиҳозга ёки асбобга тўғри келадиган энергия миқдори: *иккинчи маъноси* – ишлаб чиқарилган маҳсулотнинг ҳар бир донасига тўғри келадиган энергия солиштира истеъмолининг қиймати.

Фойдаланилган энергия – бирор жараёни ўтказишда бевосита иштирок этган энергия миқдори.

Фойдали энергия – истеъмолчига узатилган энергиянинг фойдали ишни бажаришда сарф бўлган охирги ўзгартирилган бир қисми.

Энергетик баланс – узатилаётган энергия билан фойдали энергия исрофи йиғиндисининг тенглиги.

Энергетик ресурс – энергия захираси.

Энергетик технология – энергия ишлаб чиқариш, тақсимлаш, сақлаш, ўзгартириш билан боғлиқ бўлган технология.

Энергия манбалари – бевосита ёки ўзгартириш натижасида ёки қайта ишлаш натижасида фойдали энергия олиниши мумкин бўлган манбалар.

Энергия утилизацияси – узатилган энергиядан фойдали энергия олиш.

Энергия шакли – бу атама қаттиқ, суюқ ва газсимон ёқилгиларга ва барча турдаги энергияларга таълуқлидир: ядро, қуёш, сув, шамол, биомасса ва ҳ. к.).

Энергиядан фойдаланиш – фойдали энергияни ишлаб чиқариш учун зарур бўлган бирламчи ёки ўзгартирилган энергоресурслардан фойдаланиш.

Энергиянинг ўзгартирилиши – атама сифатида икки хил маънога эга: *биринчи маъноси* – энергияни ишлаб чиқариш ёки ўзгартириш жараёнида бирламчи энергиянинг физик ҳолати ўзгармай қолади (масалан, ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш, кўмирдан кокс олиш ва ҳ. к.); *иккинчи маъноси* – энергия ишлаб чиқариш ёки ўзгартириш жараёнида бирламчи энергиянинг физик ҳолати ўзгаради (масалан, иссиқлик энергиясининг электр энергиясига ўзгартириш, кўмирни газга айлантириш ва ҳ. к.).

Энергоресурсларни узатиш ва тақсимлашдаги исрофлар – энергияни узатиш ва тақсимлаш билан боғлиқ бўлган энергия исрофлари (масалан электр энергияни узатишда электр станциясидан то тақсимлаш қурилмалари-ним станцияларигача бўлган узатиш линиялардаги энергия исрофлари, ҳамда бевосита истеъмолчига берилгунча бўладиган энергия исрофлари).

Энергоресурсларнинг истеъмоли – фойдали энергия ёки ўзгартирилган энергоресурсларни ишлаб чиқаришда энергоресурслардан фойдаланиш.

Ўзгартиришдаги исроф – ўзгартириш қурилмасига узатилган энергия билан ўзгартириш қурилмасидан чиқаётган энергиянинг фарқи.

1.2. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМҚОРЛИГИНИНГ УМУМИЙ МУАММОЛАРИ

Жамият таракқиётининг объектив қонуниятлари меҳнатнинг энергия билан таъминланиш даражасининг тинмай ўсиб боришини тақозо қилади. Бунда техник таракқиётнинг кўпгина йўналишлари

ишлаб чиқаришда энергиядан фойдаланишнинг самарадорлигини оширишга, яъни энергия тежамкорлигига қаратилгандир [1 – 15].

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, ишончилиги ва ишлаш муддатининг ошиши ёки истеъмолчиларнинг талабларини

кондирадиган 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 киради. Иқтисодий самарадорлик қилинадиган сарфлардан юқори бўлган ҳолдагина бундай саъйи ҳаракатлар энергия тежамкорлик ёки ресурс тежамкорлик характериға эға бўлади.

Истеъмолда бўлган маҳсулотлар ўрниға қўшимча энергия сарф қилиб ўрниға – 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 тежамкорлиғиға киради.

Энергия тежамкорлик сиёсати ишлаб чиқаришнинг умумий самарадорлиғини ошириш воситаси сифатида энергия ишлаб чиқариш ва истеъмолчиларнинг бундан унумли фойдаланишлариғача бўлган барча кенг қўламдаги ҳаракатларни ўз ичига олади.

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

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

Ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида энергия тежамкорлигига эришишда фан ва техниканинг роли беқиёсдир. 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 килинаётган 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.

1.3 ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ҚУРИЛМА ВА МАШИНАЛАРДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНИ ПАССИВ ИҚТИСОД ҚИЛИШ

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 ҳароратдан 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 коэффиценти 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 коэффицентидан тўғри фойдаланганда нархи пастроқ бўлган моторни қўллаб ҳам электр энергиядан иқтисод қилиш мумкин.

ҳар соатда мотордаги юкланишнинг номиналга нисбатан 15% ошиши унинг ишлаш муддатини 2-3 соатга қисқартиради. Шунинг учун бундай юкланганликда моторнинг ишлаб чиқариш режими қисқа муддатли бўлгандагина самара беради. Бундай режим одатда метал кесувчи дастгоҳларининг электр жиҳозларида ва кесгич юритмаларга хосдир.

Ҳаракатга келтирилаётган механизмнинг инерция моменти катта бўлса электр юритма мотори ўтиш жараёнининг чўзилиб кетишига олиб келади (10 секунддан кўп). Шунда мотор чулғамларидан катта қийматдаги ток ўтиши моторнинг қизиб кетишига сабаб бўлади. Бундай

электр юритмаларда ишга тушириш моменти юқори бўлган моторларни қўллаш мақсадга мувофиқ келади.

Агар моторнинг юкланганлиги номинал қувватига нисбатан 45% дан кам бўлса, у ҳолда номинал қуввати камроқ қуввтлисига алмаштириш ҳамма вақт ҳам мақсадга мувофиқ бўлади. Моторнинг юкланганли номинал қувватига нисбатан 70% дан юқори бўлса, у ҳолда мотор қувватииннг танланиши тўғридир. Моториннг юкланганлиги 45-70% ораликда бўлса, моторни алмаштириш ёки алмаштирмаслик мотордаги қувват исрофи таҳлили асосида амалга оширилади.

Электр моторларни ишлатиш жараёнида унинг айланувчи қисмларининг (ротор ва якор) узок вақт нормал ишлаши учун подшипникларни мос мойлар билан вақтида мойлаб туриш ва мотор корпуси қовурғаларини ва улар орасидаги ариқчаларни тозалаб туриш ҳамда корпус юзасини иссиқлик узатишни жадаллаштириш мақсадида мос рангли бўёқда буяш ҳам, шу моторларнинг ишлаш муддатида механик энергия исрофини камайтириш ва ишлаш муддатини узайтиришга олиб келади.

Электр моторларидаги совутиш жараёнини жадаллаштириш мақсадида термосфонларнинг қўлланилиши ушбу моторларнинг қувватидан тўлиқроқ фойдаланиш имконини беради.

Энергия тежамкор моторларнинг юкланиши ўзгаришининг кенг диапазонида (0,5 – 1,0) ва қувват ва фойдали иш коэффициентлари номиналга тенг бўлиб деярли ўзгармай туриши сабабли бундай моторларнинг электрюритмаларида қўлланиши юқори самара беради. Гарчи бундай моторларнинг таннархи оддий моторларнинг таннархига нисбатан бир мунча юқори бўлса ҳам ишлатиш жараёнида энергетик кўрсаткичларининг юқори бўлиши билан ва иқтисод қилган электр энергия ҳисобига ўзини тўлиқ оклайди.

14. ИШЛАБ ЧИҚАРИШ КУРИЛМА ВА МАШИНАЛАРДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНИ АКТИВ УСУЛДА ИҚТИСОД ҚИЛИШ

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.

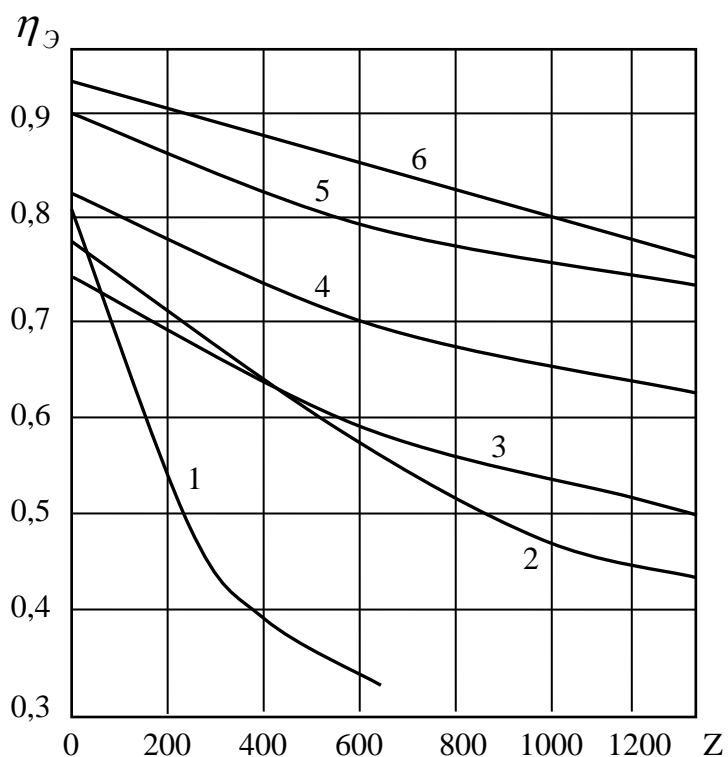
2. САНОАТДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИ

2.1. КРАНЛАРНИ ИШЛАТИШДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИГА ЭРИШИШ

Юкларни бир жойдан бошқа жойга кўчиришда энг кўп энергияни истеъмол қиладиган машиналар булар кранлардир. Кранлар материал ва буюмларни ҳам горизонтал, ҳам вертикал йўналишларда бир жойдан иккинчи жойга кўчиришга хизмат қилади.

Кранларнинг минорали тури кенг тарқалган бўлиб, уларнинг юк кўтариш имкониятлари бир неча тоннадан то бир неча ўн тоннагачадир. Бу кранларнинг моторлари асосан ассинхрон моторлар бўлиб 4МТ русумли (қуввати 2,2 – 200 кВт), МТФ ва МТН (фаза роторли) ва МТКФ, МТКН (ротори қисқа туташтирилган, қуввати 1,4 – 30 кВт) ҳамда Д русумли ўзгармас ток моторлари (қуввати 2,5 – 185 кВт) ташкил этади.

Кран механизмларининг электр юритмаларида содир бўладиган электр энергия исрофи қандай ростланувчи электр юритмалар қўлланишига боғлиқдир. Маълум вақт оралиғидаги фойдали ишлаб чиқариш учун сарф бўлган электр энергиянинг электр юритманинг умумий электр энергия сарфига нисбати тизимнинг эквивалент ФИК – $\eta_{\text{э}}$ деб аталади. $\eta_{\text{э}}$ моторнинг белгиланган вақт ичидаги ишга тушириш сони Z га нисбатига қараб ўзгариши 2.1 – расмдаги тавсифларда келтирилган. Графикдан кўриниб турибдики, тиристорли бошқарилувчи ўзгармас ток ўзгарткичли электр юритмаларда $\eta_{\text{э}}$ энг юқоридир, бироқ ўзгармас ток моторларини эксплуатация қилишнинг бирмунча мураккаблигини ҳисобга оладиган бўлсак, у ҳолда бу ўзини оқламайди.



2.1 – расм. Кран электрюритмаларининг эквивалент ф.и.к. лари:

1 – икки тезликли ротори қисқа туташтирилган асинхрон мотор; 2 – бир тезликли асинхрон мотор; 3 – фазалари тескари уланиб тормозланадиган фаза роторли асинхрон мотор; 4 – динамик тормозланадиган фаза роторли асинхрон мотор; 5 – частота бўйича ростланадиган икки тезликли асинхрон мотор; 6 – тиристорли ўзгармас ток ўзгарткичи ёки генератор – мотор тизимидаги ўзгармас ток мотори

2.2 КОНВЕЙЕР ВА НАСОСЛАРНИ ИШЛАТИШ ДАВОМИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИГА ЭРИШИШ

Қурилишда, кончилик ишларида ва шунингдек саноатнинг бошқа соҳаларида лентали конвейерлар сочилувчи, донали ва бўлакли материалларни горизонтал ва бурчак остида бир жойдан иккинчи жойга

кўчиришда жуда кенг қўлланилади. Бу қурилмаларда асосан 4А русумли уч фазали ротори қисқа туташтирилган ва фаза роторли асинхрон моторлар қўлланилади, уларнинг қувати бир неча юз кВт гача боради. .

Кўп юритмали конвейерларда юкори сирпанишли ёки фаза роторли, оғир ишлаб чиқариш режимида ишлайдиган конвейерларда ишга тушириш моменти катта бўладиган асинхрон моторлар қўлланилади.

Конвейерларни ишга туширишда статик момент ва инерция моментларининг катталиги ва шулар асосида ўтиш жараёни вақти узайиб кетиши натижасида мотор чулғами қизиб кетиши мумкин. Ишга тушириш вақтида электр энергиядан рационал фойдаланиш мақсадида кучланишни поғонали ростлаш қўлланилади. Конвейерни ишга тушириш ва тормозлаш режимларида электр энергия сарфини камайтириш электр юритма инерция моментини камайтириш, ҳамда бир моторни иккита ярим қувватига тенг моторлар билан алмаштириш ҳисобига амалга ошириш мумкин.

Ишлаб чиқаришда турли русумли ва конструкцияли насос қурилмалар жуда кенг қўлланилади. Уларнинг электр юритмалари асинхрон ва синхрон моторлардан иборат бўлиб, қуввати бир неча юз ваттдан то минг киловаттгачадир. Поршенли насос эритма насослар сувоқ материалларини транспортировка қилиш ва сувоқ ишларини механизациялашда қўлланилади. Автоматли узгичларни қўллаш эритма босими ошиши вақтида электр энергия сарфини ошиб кетишини чеклайди.

Бўяш жараёнларини механизациялашда бўёқчи станциялар ва электр бўяш пультаи қўлланилади. Қум, майдаланган гранит ва бошқа тоғ жинсларини сув билан бирга транспортировка қилишда Р русумли сўрувчи насослар қўлланилади. Бундан ташқари ҳар хил қувватдаги сув насослари кенг қўлланилади.

Насос қурилмаларида электр энергиянн тежаш учун қуйидагиларни амалга ошириш керак:

1. Насосларни максимал юкланганлигига электр энергиянинг энг кам солиштира киймати тўғри келишини ҳисобга олган ҳолда насосларни юкланишини ошириш керак. Агар сув ўтказгичнинг тавсифи насос паспорти кўрсаткичларига тўғри келмаса насосни алмаштириш керак бўлади.

2. Кам иш унумли насосларни юкори иш унумли ва ФИК юкори бўлганлари билан алмаштириш керак. Бунда электр энергиянинг иқтисоди ҳисоби қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \cdot HQt / \eta_d (\eta_H'' - \eta_H')$$

бу ерда H, Q – насос босими (м) ва иш унуми ($\text{м}^3/\text{соат}$), t – йил давомида насоснинг ишлаган вақти (соат), $\eta_d, \eta_H'', \eta_H'$ – моторнинг, янги ва алмаштирилган насоснинг ф. И. К. лари.

Мисол: Ф. И. К. $\eta_H' = 0,546$ бўлган насосни $\eta_H'' = 0,656$ бўлган насос билан алмаштирилганда электр энергиядан қилинадиган иқтисодни ҳисобланг.

$$H = 20,5\text{м}, Q = 18 \text{ м}^3/\text{с}, \eta_d = 0,865, t = 2100 \text{ соат}$$

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \cdot 20,5 \cdot 18 \cdot 2100 / 0,865 (0,656 - 0,546) = 22151,6 \text{ кВт} \cdot \text{соат}.$$

3. Насосларга ишчи ғилдирак ва янги зичлагичлар ўрнатиш ҳисобига унинг Ф.И.К. ни паспортида келтирилаган даражага келтириш. Бу тадбир натижасида электр энергиядан иқтисод қилиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \cdot H / (\eta_d \eta_H),$$

бу ерда H – шу режимда ишлаётган насос ҳосил қилган босим,
 η_d, η_n – шу иш режимида ишлаётган мотор ва насоснинг Ф.И. К. пари.

4. Насоснинг ишлаш ҳолатини технологик жараёнидан келиб чиққан ҳолда талаб қилинаётган сув миқдорига қараб ростлаш. Иқтисодий нуқтаи назардан насослар сонини ва уларнинг моторлари тезликларини ростлаш энг мақбулдир. Задвижкалар ёрдамида насосларнинг иш унумини ростлаш насос моторларида электр энергия исрофининг ошишига олиб келади.

5. Тезликлари ростланмайдиган насос қурилмаларидаги моторларнинг тармоқдан олаётган реактив қувватини юкланганлик даражасига қараб ростлаш электр энергиядан самарали фойдаланишнинг асосий тадбирларидан биридир.

2.3. КОМПРЕССОР ВА ВЕНТИЛЯТОРЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИК ИШ РЕЖИМЛАРИ

Бетон бузувчи, куч болға, силлиқловчи машина ва вибратор, бўёқ пулт ва бўёқ сачратувчи қурилмаларда сиқилган ҳаво кучидан фойдаланилади. Сиқилган ҳаво компрессорларда ҳосил қилинади. Компрессорлардаги моторларнинг қуввати бир неча юз ваттдан бир неча юз киловаттгача бўлиши мумкин. Катта ҳажмдаги газли муҳитни транспортировка қилишда қуввати минглаб киловаттга бўлган синхрон моторли компрессорлар ишлатилади.

Компрессор электр юритмаларида электр энергия сарфини камайтириш учун қуйидаги тадбирларни амалга ошириш мақсадга мувофиқ келади:

1. Сиқиладиган ҳавони қиздириш ва ҳаво ўтказгичдаги иссиқлик изоляциясини қўллаш ҳаво исрофини камайтиради, бу эса

Ўз – ўзидан электр энергия сарфини камайтиради. Бу ҳолда электр энергиядан иқтисод қилиш ушбу формула билан ҳисобланади:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,22 \cdot Q \cdot \Delta T \cdot \omega \cdot t,$$

бу ерда Q – сиқилган ҳаво миқдори, $\text{м}^3/\text{мин}$, ΔT – ҳаво ўтказгичга ўрнатилган иссиқлик изоляцияси қурилмасигача ва қурилмадан кейинги ўтказгичдаги ҳароратларнинг айирмаси (йил давомидаги ўртача қиймати), $^{\circ}\text{C}$, ω – 1 м^3 сиқилган ҳаво олиш учун сарф бўлган электр энергия, $\text{кВт} \cdot \text{с} / \text{м}^3$, t – йил давомида компрессорнинг ишлаган вақти, соат.

Мисол: Истеъмолчига юборилаётган сиқилган ҳавонинг ҳарорати 20°C дан 40°C га кўтарганимизда компрессор электр юритмаси қанча электр энергияни иқтисод қилади?

Ечими: $Q = 10 \text{ м}^3/\text{мин}$, $t = 3000$ соат, $\omega = 0.08 \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{м}^3$.

Бир йилда иқтисод қилинган электр энергия

$$\Delta \mathcal{E} = 0,22 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 0,08 \cdot 3000 = 10560 \text{ кВт} \cdot \text{с} \cdot \text{соат}.$$

2. Сиқилган ҳаво сизиб чиқишини камайтириш керак. Ҳавонинг сизиб чиқиши вақтидаги электр энергия исрофи қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\Delta \mathcal{E} = \alpha \cdot n \cdot \omega \cdot t,$$

бу ерда α – арматура ва қисгичларда ҳаво исрофи, $\text{м}^3/\text{мин}$,
 n – сиқилган

ҳаво сизиб чиқиб кетаётган жойлар сони, t – ҳаво ўтказгичнинг босим

остида бўлиб турган вақт, соат.

3. Компрессорнинг номинал босимига қараб ишчи механизмларни танлаш керак. Агар компрессорнинг босими ишчи механизм босимидан юқори бўлганда электр энергия исрофи қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{D(A_1 - A_2) \cdot 60 \cdot Q \cdot t}{367200 \cdot \eta_t \cdot \eta_{\mathcal{E}} \cdot \eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_H}$$

бу ерда A_1, A_2 – босимни камайишидан олдин ва кейин 1 м^3 ҳавони сиқиш учун сарф бўлган иш миқдори, кгм/м^3 ; Q – компрессордан чиқаётган сиқилган ҳавонинг миқдори, $\text{м}^3/\text{мин}$; t – компрессорнинг бир йил давомида ишлаган вақти, соат; $\eta_t, \eta_{\mathcal{E}}, \eta_n, \eta_m, \eta_H$ – электр тармоги, мотор, узатиш қурилмаси, компрессорнинг механик ва индикатор ФИК лари; D – компрессорнинг ишлаши давомида емирилиши натижасида қўшимча электр энергия исрофининг ошишини ҳисобга олувчи коэффициент ($D = 1,1$).

Компрессор босимининг 15% камайиши электр энергия исрофини қарийиб 8 % га камайишига олиб келади.

4. Пневматик асбобларни электр асбоблари билан алмаштириш электр энергиядан 7 – 10% иқтисод қилиш имконини беради.

5. Сўриб олинаётган ҳаво ҳароратини 3% ошиши компрессордан чиқаётган сиқилган ҳаво миқдорини 1% га камайтиради, бу эса электр энергия сарфини оширади. Шунинг учун одатда ҳаво сўрувчи қувурлар оқ рангга бўялиб, қуёш нури тушишидан муҳофаза қилиниши зарур.

6. Компрессорнинг ишлаб чиқариш унумдорлигини сиқилган ҳаво миқдорининг ўзгаришига қараб ростлаш лозим.

7. Смена ўзгариши ва тушлик вақтларида компрессорларни ўчириб қўйиш керак.

8. Тезликлари ростланмайдиган компрессорлардаги асинхрон моторларнинг тармоқдан олаётган реактив қувватини юкланганлик даражасига қараб ростлаш электр энергиядан самарали фойдаланишнинг асосий тадбирларидан биридир.

Металл конструкциялари ва улар асосидаги иншоатларни қуришти мақсадида, шунингдек хоналарни иситиш учун турли

қиздиргичлар билан комплектда вентиляторлар ҳам кенг қўлланилади. Уларда қўлланиладиган моторлар асосан асинхрон моторлар бўлиб қуввати бир неча юз ваттдан то ўнлаб киловаттгача бўлади.

Вентиляция қурилмаларда сарф бўлаётган электр энергияни иқтисод қилиш учун қуйидаги амалий чоралар кўриш лозим:

1. Иқтисодий жиҳатдан маъқул бўлмаган вентиляторни иқтисодий жиҳатдан маъқул бўлгани билан алмаштириш натижасида:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{thQ(\eta_2 - \eta_1)}{10^3 * \eta_2 * \eta_1 * \eta_{\mathcal{E}} * \eta_c}$$

бу ерда t – вентиляторнинг ишлаш вақти, соат;

h – вентилятор ҳосил қилган босим. Па;

Q – вентилятордан чиқаетган ҳавонинг миқдори; м³/с;

$\eta_1, \eta_2, \eta_M, \eta_T$ – ўрнатилаётган ва алмаштирилаётган вентиляторларнинг, электр моторнинг, электр тармоқнинг ФИК лари.

2. Тушлик ва сменалар алмашинуви вақтида вентиляторларни ўчириб қўйиш керак (шунда электр энергиядан килинадиган иқтисод 20% ни гашкил этади).

3. Вентилятор конструкциясини такомиллаштириш (ишчи ғилдиракдаги паррақларнинг оғиш бурчакларини ўзгартириш, йўналтирувчи аппарат паррақларини коррекциялаш ва ҳ.к.).

Шу тадбирлар натижасида иқтисод килинадиган электр энергия қуйидаги формула билан аникланади:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{(Q_1 h_1 \eta_1 - Q_2 h_2 \eta_2)}{10^3 * \eta_2 * \eta_1 * \eta_{\mathcal{E}} * \eta_c}$$

бу ерда Q_1, Q_2 – ишлаб чиқариш режиминн ўзгартиргунча ва ундан сўнг вентилятордан чиқаетган ҳавонинг миқдори, м³/с; h_1, h_2 – ишлаб чиқариш режими ўзгаргунча ва ундан сунг вентилятор ҳосил қилган босим, Па; η_1, η_2 – ишлаб чиқариш режими ўзгаргунча ва ундан сўнг вентиляторнинг ФИК лари;

4. Вентилятордан чиқаётган ҳавонинг миқдорини ростлаш учун шиперлар ўрнига кўп тезликли моторларни қўллаш электр энергиядан 30% иқтисод қилиш имконини беради. Шунингдек частота буйича бошқариладиган асинхрон электр юритмаларни қўллаш ҳам кўп самара беради.

5. Вентиляторни монтаж қилишда ва таъмирлашда камчиликларни йуқотиш керак.

Ташқи ҳавонинг ҳарорати буйича тескари боғланишли вентиляцияон қурилмаларнинг автоматик бошқарув тизим схемаларини амалда қўллаш электр энергиядан 10 – 15% иқтисод қилишга олиб келади.

2.4. МЕТАЛЛ ЙЎНУВЧИ ДАСТГОҲЛАРДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИККА ЭРИШИШ ЙЎЛЛАРИ

Саноатнинг деярли барча соҳаларида ҳар хил металл йўнувчи дастгоҳлар кенг қўлланилади. Масалан, арматураларни кесувчи ва эгувчи, қувурларни кесувчи ва бошка жуда кўп вазифаларни бажарувчи дастгоҳларсиз қурилишни тасаввур қилиш мумкин эмас. Уларнинг юритмаларидаги моторларнинг қуввати бир неча ўн кловаттгачадир.

Дастгоҳларнинг ишлаш жараёнида электр энергиядан самарали фойдаланиш учун қуйидаги амалий ишларни бажариш керак бўлади:

1. Электр моторларнинг ишлаши вақтида доимо назоратда бўлиши ва мунтазам профилактик кузатув ва таъмирлашни йўлга қўйиш керак. Муҳофаза схемаларининг бенуқсон ишлашини таъминлаб туриш лозим. Бир фазанинг узилиши ёки юкланишнинг ошиб кетиши электр энергиянинг бефойда сарф бўлишига ҳамда моторнинг ишдан чиқишига олиб келади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, аварияларнинг 70%

асосан моторларнинг юкланиши ошиб кетиши ва уч фаза ўрнига икки фазада ишлаши натижасида юзага келар экан.

2. Смена алмашинуви ва тушлик вақтларида моторларни ўчириб қўйиш электр энергия исрофини камайтиради.

3. Дастгоҳда қайта ишланаётган ярим тайёр деталнинг иложи борича тайёр детал кўринишига яқинлаштиришга интилиш керак, Масалан, токарлик дастгоҳида ўртача каттикликдаги пўлатдан ясалган деталдан 1кг қиринди чиқариб қайта ишлаш учун 0,1 кВт.соат. электр энергия сарф бўлади, йўнувчи дастгоҳда худди шунча қиринди чиқариб қайта ишлаш учун 0,15 кВт.соат. электр энергия, фрезер дастгоҳида эса шунча қиринди чиқариб ишлов бериш учун 0,3 кВт.соат. электр энергия ва силлиқловчи дастгоҳда худди шунча қиринди чиқариб ишлов бериш учун 2,5 кВт.соат. электр энергия сарф бўлади. Шунинг учун механик қайта ишлаш технологиясини аниқлашда электр энергия билан таъминланганлик даражасини ҳисобга олиш зарурдир.

4. Кесиш тезлигини ошириш керак. Кесиш тезлигини 50 м/мин дан 200м/мин га ўзгартириш электр энергиянинг маҳсулот бирлигига тўғри келадиган қисмини тахминан 17% камайтиради. Йўниш, силлиқлаш ва тешиш операцияларини тезликни оширган ҳолда бажарганимизда ишлаб чиқариш унумдорлиги 25 – 30% га ошади ва шунингдек электр энергия сарфи деярли шу қийматларга камаяди.

5. Рационал геометрик ўлчамдаги кескичларда кесиш операцияларини бажариш керак. Ҳар бир кг қириндига мос келувчи электр энергия сарфи оддий кескичларда ишлов берилганга нисбатан тахминан 0,052 кВт.соат иқтисод қилишга олиб келади.

6. Дастгоҳ электр юритмаларида оддий электр моторлар ўрнига янги энергия тежамкор моторларни қўллаш, моторларнинг юкланганлик даражаси номинал қийматидан паст бўлганда ҳам уларни энергетик

кўрсаткичлари номинал қийматларга яқин бўлган иш режимида ишлашига олиб келади.

7. Металл йўнувчи дастгоҳларда бир неча операцияларни бир йўла бажарадиган мосламаларни қўллаш умумий электр энергия исрофини камайтиради.

8. Дастгоҳ электр юритмаларини бошқаришда дастурий ва адаптив автоматик бошқариш тизимларини жорий қилиш деталларнинг ишлов бериш сифатини оширади ва тезлаштиради, электр энергия исрофини сезиларли камайтиради ва дастгоҳлар ишлашининг ишончлилик даражасини оширади.

2.5. ЭЛЕКТР ПАЙВАНДЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИК

Металл конструкцияларни бир бирига пайвандлашда электр пайвандлаш усули кенг қўлланилади. Электр пайванд ўзгарувчан ва ўзгармас ток пайвандлаш қурилмаларида амалга оширилади. Электр пайвандлаш кичик кучланиш ва катта ток қийматларида амалга оширилади.

Пайвандлаш ишларини олиб боришда электр энергиядан самарали фойдаланиш учун қуйидагиларга риоя қилиш керак:

1. Пайвандлашни ўзгармас ток пайвандлаш қурилмаларидан ўзгарувчан ток пайвандлаш қурилмаларита ўтказиш керак. Ўзгармас ток пайвандлаш қурилмалари пайвандлаш бирикмаларига қўйиладиган талаблар юқори бўлганда ва пайвандлаш жараёнини автоматлаштириш зарур бўлган ҳоллардагина қўлланилади. Дастакли ей пайвандида 1 кг металлни эритиш учун 2,9 кВт.соат электр энергия сарф бўлади, автоматик ёки ярим автоматик пайвандлаш қурилмаларида 2,0 кВт.соат электр энергия сарф бўлади. Ўзгарувчан ток пайвандлаш

қурилмаларида ФИК юқори, уларни ишлатиш осон ва ускуналари анча арзондир.

2. Дастакли пайвандлашни мумкин бўлган ҳолларда автоматлаштириш керак. Автоматик пайвандлаш қурилмаларида электр энергия сарфи 30 – 40% га камаяди. Дастакли пайвандлашни нуқтали (контактли) пайвандлашга ўзгартириш гарчи технологияни ўзгартиришга олиб келса ҳам электр энергия сарфи 2 – 2,5 марта камаяди, контакли чокли усулга ўтилганда электр энергия сарфи 15% га камаяди. Ўзгармас токда ишловчи ярим автомат ва автомат пайванлаш қурилмаларининг қўлланиши электр энергия сарфини 40% гача камайтиради.

3. Пайвандлаш трансформаторлари ва ўзгартгичларнинг салт юришини чегараловчи мосламаларни қўллаш, бир йилда ҳар бир қурилмада 6 – 20 минг кВт.соат электр энергия иқтисод қилишга олиб келади.

4. Пайвандловчи деталларда қўлланиладиган материал турига ва пайвандланувчи юзанинг геметрик ўлчамларига қараб электродларни тўғри танлаш керак. Мисол учун темир кукуни билан копланган электрод пайвандлаш жараёнида сарф бўладиган электр энергиянинг солиштирма қийматини 8% га камайтиради, рутилли электродлар эса 10% га камайтиради, электрод сими тўлиқ темир кукунидан иборат электрод ишлатилса, у ҳолда 8 – 12% га камаяди.

5. Электроднинг материали ва диаметрига қараб пайвандлаш токини танлаш ва пайвандлаш режимини амперметр ёрдамида назорат қилиш пайвандлаш жараёнида электр қувват сарфини назорат қилиш имконини беради.

6. Пайвандлашдан олдин пайвандловчи детал юзаларини ифлосликдан, зангдан ва ҳ.к. лардан тозалаш пайвандлаш жараёнида электр энергия сарфини камайтиришга олиб келади.

7. Доимий равишда контактларни текшириб туриш ва пайвандлаш ускуналарини сифатли таъмирлаш зарур.

8. Пайвандловчи симларнинг диаметрларини юкланиш кийматига караб танлаш зарур.

2.6. ҚУВВАТ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ОШИРИБ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИГА ЭРИШИШ

Саноат корхоналарида асосий реактив қувватни истеъмол қилувчилар уч фазали асинхрон моторлар, трансформаторлар, электр энергия узатиш линиялари ва люминесцент лампалардир. Асинхрон моторлар реактив қувватнинг 65 – 70%, электр энергия таъминоти тизимидаги уч фазали трансформаторлар 15 – 25%, электр энергия узатиш линиялар, реакторлар, люминесцент лампалар ва бошқа истеъмолчилар 5 – 40% истеъмол қиладилар.

Реактив қувватнинг ўзгариш динамикаси реактив қувват коэффиценти орқали ифодаланади:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P},$$

бу ерда $Q = UI \sin \varphi$ – реактив қувват, $P = UI \cos \varphi$ – актив қувват, φ – кучланиш ва ток векторлари орасидаги бурчак.

Гарчи $\operatorname{tg} \varphi$ электр истеъмолчиларнинг ишлаб чиқариш режимларини тулиқ характерласада амалда кўпроқ қувват коэффицентидадан фойдаланилади:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI},$$

бу ерда $S = UI$ – тўлиқ қувват.

Қувват коэффициент тўлиқ қувватнинг қанча қисми фойдали ишга сарф бўлганини характерловчи коэффициентдир. Истеъмолчининг қувват коэффициенти пасайса тармоқдаги тўлиқ қувват ошади, яъни:

$$S_T = \frac{P_p}{\cos \varphi},$$

бу ерда P_p – истеъмолчининг актив қуввати

P_p ва U кўрсаткичларнинг ўзгармаган қийматларида

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

реактив ток қиймати ошади, бу аса эксплуатацион сарфларнинг ошишига олиб келади, яъни тармоқда электр энергия исрофи ошади:

$$\Delta P = 3RI_p^2 = \frac{RP_p^2}{U^2 \cos^2 \varphi},$$

бу ерда R – уч фазали қурилма бир фазасининг актив қаршилиги. Электр энергия исрофини ўзгартирмаслик учун узатиш линиялари кўндаланг кесими юзасини ошириш керак бўлади, бу аса рангли металлларни кўпроқ сарф бўлишига олиб келади.

Мисол. Гидромеханик қурилмаларга кабел орқали $P = 1500$ кВт қувват узатилади. Тармоқдаги кучланиш $U = 6000$ В ва $\cos \varphi = 0,85$ бўлиб, $\cos \varphi = 0,6$ га ўзгартирилиши кабель сими кўндаланг кесимини қанчага ўзгаришига олиб келишини аниқланг.

Ечим. $\cos \varphi = 0,85$ учун токнинг қиймати

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1500 \cdot 1000}{1,73 \cdot 6000 \cdot 0,85} = 170 \text{ А.}$$

$\cos \varphi = 0,6$ бўлганда $P = 1500$ кВт ўзгармаган ҳолда

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1500 \cdot 1000}{1,73 \cdot 6000 \cdot 0,6} = 241 \text{ А}$$

эканлигини аниқлаймиз ва

маълумотнома жадваллардан $\cos\varphi = 0,85$ ($I_p = 170A$.) қийматида кабел сими кесими юзаси $S = 70 \text{ мм}^2$ (рухсат этилган ток қиймати 175А), шунингдек $\cos\varphi = 0,6$ ($I_p = 241A$) қиймати учун кабел сими кесими юзаси $S = 120 \text{ мм}^2$ (рухсат этилган ток қиймати 250А) эканлигини аниқлаймиз.

Реактив қийматни компенсация қилиш ва $\cos\varphi$ ни ошириш ҳамма ншлаб чиқариш соҳалари учун ҳам муҳимдир. Қувват коэффициентининг паст бўлиши қуйидаги санаб ўтилган сабабларга боғлиқдир:

1. Асинхрон моторларни қувват бўйича ҳамда ишлаш шароитини нотўғри танлаш. Фаза роторли асинхрон моторларнинг индуктив қаршилиги сочилишининг юқорилиги сабабли $\cos\varphi$ қиймати ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларникига нисбатан паст бўлади. Ёпиқ конструкцияли моторларда совуш шароитлари очик конструкцияли моторларникига нисбатан пастроқ бўлади. Тури ва қуввати бир хил бўлган моторлар ичида қайси бирининг тезлиги юқори бўлса шунинг $\cos\varphi$ қиймати юқори бўлади.

2. Ишлаб чиқариш механизмлари ва уларнинг электр жиҳозлари вақт бўйича тўлиқ бўлмаган ва нотекис, юкланганлиги сабаб бўлади.

3. Электр мотор ва трансформаторларнинг юкланишсиз ишлаши.

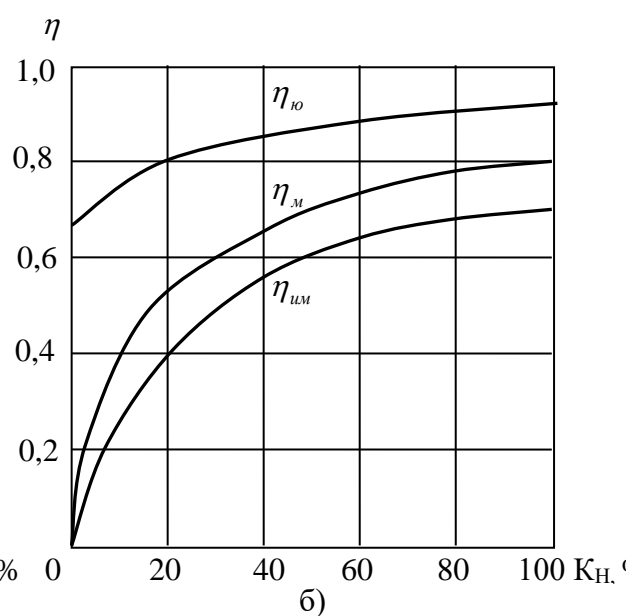
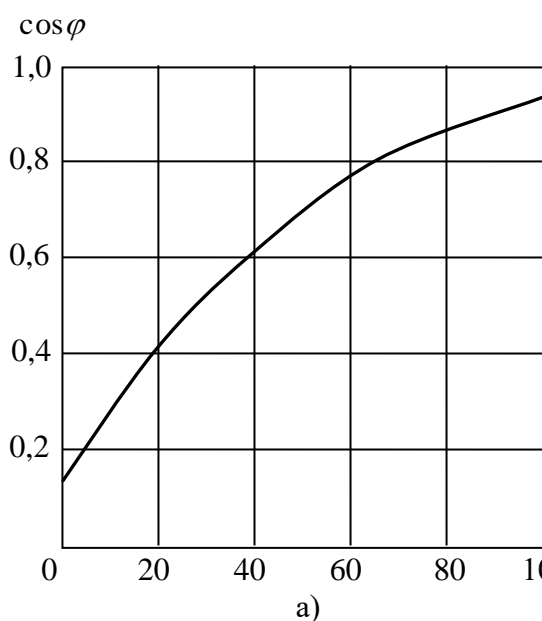
4. Қуввати юқори бўлган электр мотор ва трансформаторларни қуввати кам бўлган ишлаб чиқариш қурилмаларида қўллаш.

5. Электр моторларни номинал қувватидан юқори қувватда ишлатиш магнит оқими сочилишини кўпайтиради ва натижада $\cos\varphi$ пасаяди.

6. Ишдан чиққан ёки ёмон таъмирланган электр жиҳозлари ишлатилиши: масалан, ротор пўлати тунукаларини зич сиқмаслик, статор чулғами ўрамлари сони бирламчи сонидан кам бўлиши ва ҳ.к. Чулгамлар сонининг 10% га камайиши мотор салт юришини 25% га оширади ва бу эса қувват коэффицентини 6 – 8% га камайишига олиб келади. Ротор пўлати ўлчамининг 10 ммга фарқ қилиши $\cos\varphi$ нинг 15 – 30% камайишига олиб келади.

7. Тушликда, кечки сменада, қуввати юқори бўлган машиналарнинг узоқ вақт ўчириб қўйилган вақтида ҳамда кичик юкланишли режимда ишлаётган пайтда тармоқдаги кучланишнинг бир неча вольтга ошиши индуктив истеъмолчи магнитловчи токининг ошишига олиб келади ва натижада $\cos\varphi$ нинг пасайишига сабаб бўлади. Пайвандловчи аппаратлар каби индуктивлиги юқори бўлган электр истеъмолчиларнинг реактив қувват компенсаторларисиз ишлатилиши сабаб бўлади.

8. Тўғрилагичли қурилмаларнинг бўлиши ва тўйиниш режимига яқин режимда ишлаётган ферромагнит ўзакли электр истеъмолчиларнинг бўлиши натижасида тармоқдаги кучланишнинг синусоидаллиги бузилади. Асинхрон мотор ва трансформаторлардан носинусоидал кучланиш таъсирида қўшимча қувват пасайиши пайдо бўлади ва изоляциянинг ишлаш муддатини камайтиради.



2.2 – расм. Асинхрон электр мотор қувват коэффициентининг (а), электр мотор η_m , ишчи машина $\eta_{ум}$, юритма $\eta_{ю}$ ФИК ларининг (б) юкланиш коэффициентига боғлиқлик графиклари

Қурилма умумий қувват фоизининг камайиши қуйидаги формула билан аниқланади:

$$K_M = \cos \varphi_1 K_{II},$$

бу ерда $\cos \varphi_1$ – биринчи гармониканинг қувват коэффициенти,

$$K_{II} = \frac{I_1}{\sqrt{\sum I_i^2}} - \text{тузатиш коэффициенти, } i - \text{гармоник ташкил}$$

этувчининг

тартиб сони.

Саноат корхоналарида ишлатилаётган қувват коэффициенти 0,2 – 0,5 (пайвандлаш қурилмалари, кранлар, экскаваторлар) дан 0,7 – 0,8

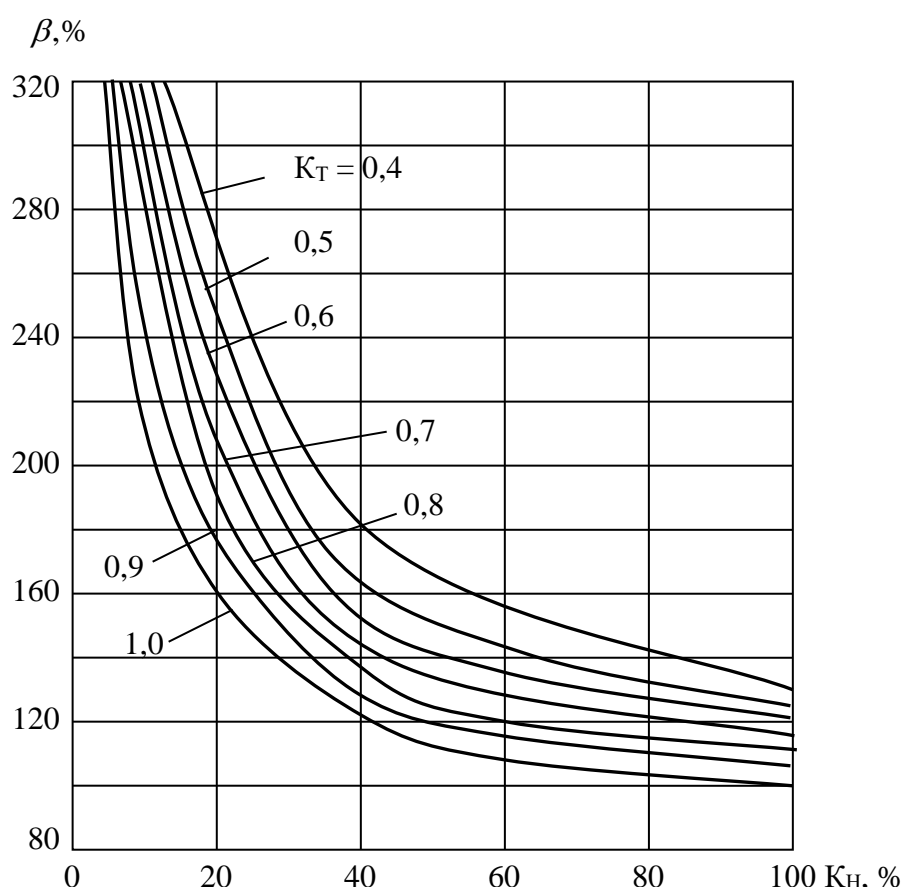
(вентиляторлар, бетонаралаштиргичлар, конвейерлар) гача бўлган, шу билан бир каторда қувват коэффициенти бирга яқин бўлган ва сиғимли юкланишли (синхрон моторли компрессор ва насослар)

электр истеъмолчилар бўлиши мумкин. Ваҳоланки электр қурилмаларни эксплуатация қилиш коидаларига кўра тармоқнинг қувват коэффициентини қиймати 0,92 – 0,95 бўлиши талаб этилади..

Қувват коэффициентини ошириш ва электр жиҳозлардаги қувват исрофини камайтириш мақсадида қуйидаги тадбирлар кўрилади:

1. ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларни танлаш ҳамда

имкони ва шароитига қараб совуши осон кечувчи очик конструкцияли моторларни қўллаш.



2.3 – расм. Ишчи машинада сарфланаётган электр энергия солиштирма қийматининг юкланиш коэффициентига боғлиқлик графиги

2. Ишчи механизими электр жиҳозларини тўлиқ юклатиш ва ишлаб

чиқариш давомида бир текис таксимланишига эришиш. 2.2 – расмда моторнинг $\cos\varphi$ ва ФИК, ишчи механизмининг ва юритманинг ФИК ларининг юкланиш коэффициенти K_H га боғлиқ равишда ўзгариши келтирилган.

Иқтисод қилинган электр энергияни ҳисоблаш учун электр энергиянинг аввал солиштирма қийматини ҳисоблаймиз:

$$\mathcal{E}_{уд} = \frac{1}{\eta_M * K_H} \left[K_H + \frac{\alpha(1-\eta_M)}{K_T} \right]$$

бу ерда η_M – ишчи механизмнинг тўлиқ юкланганлигидаги ФИК; K_H – юкланиш коэффициенти; K_T – ишчи механизмнинг ишлатилиш коэффициенти; $\alpha = 0,7 - 0,9$ – ишчи механизмнинг тури ва конструкциясига боғлиқ бўлган коэффициент.

K_H ва K_T коэффициентлар қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$K_H = \frac{P}{P_H}, K_T = \frac{t_M}{(t_M + t_O)}$$

бу ерда P_H – моторнинг номинал қуввати, t_M – механизмнинг ишлаш вақти, t_O – салт юриш вақти.

Ишчи механизмнинг максимал иш режими учун $t_O = 0$ ва $K_T = 1$, $K_H = 1$ бўлгани учун электр энергиянинг солиштирма қиймати энг минимал бўлади:

$$\mathcal{E}_O = \frac{[1 + \alpha(1 - \eta_M)]}{\eta_M}$$

Ишчи механизми юкланишини ошириш натижасида энергиядан қилинадиган иқтисодни ҳисоблаш учун 2.3 – расмдаги графиклардан ҳамда $\beta = \mathcal{E}_{уд} / \mathcal{E}_O$ коэффициентини ҳисобга олган ҳолда ҳар соатда электр энергиядан қилинадиган иқтисод қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\Delta\mathcal{E} = (\beta_1 - \beta_2) * \mathcal{E}_O,$$

бу ерда β_1, β_2 – юкланиш оширгунча ва оширилгандан сўнг электр энергия солиштирма қийматининг нисбий ўзгариш коэффициентлари.

Мисол. Электр ранда механизми электр юритмаси мотори 40% юкланиш билан ишлайди ($K_H = 0,4$), салт юриш вакти 50% ($K_T = 0,5$), $\eta_M = -0,85, \alpha = 0,8$. $K_H = 0,8$ ва $K_T = 0,9$ ҳолатлари учун ҳар соатда электр энергиядан қилинадиган иқтисод қанча бўлади?

Ечими. 2.3 – расмдаги графикдан $K_H = 0,4$ ва $K_T = 0,5$ қийматлар учун $\beta_1 = 1,61$ ва $K_H = 0,8$ ва $K_T = 0,9$ қийматлар учун $\beta_2 = 1,07$ эканлигини аниқлаймиз. $\Delta \mathcal{E} = (1 + 0,8(1 - 0,85)) : 0,85 = 1,32$ кВт.соат. Шундай қилиб, ҳар соатда иқтисод қилинаётган электр энергия $\Delta \mathcal{E} = (1,61 - 1,07) \times 1,32 = 0,71$ кВт.соат.

3. Ишлаб чиқариш технологиясини мукаммаллаштириш, салт юришни чегараловчи қурилмалар ва бошқарув пултларини ишлаб чиқариш жойларига яқинлаштириш ҳисобига асинхрон мотор ва пайванд трансформаторларнинг салт юришини минимумга келтириш ва умуман йўқотиш мумкин.

Салт юришни чегаралашда электр энергиядан қилинадиган иқтисоднинг мақсадга мувофиқлиги 2.4 – расмда келтирилган диаграмма

ёрдамида аниқланади. Бунинг учун ҳисоб кўрсаткичлари:

$$a = P_0 / P_H \text{ ва } b = 1/4 * t_x,$$

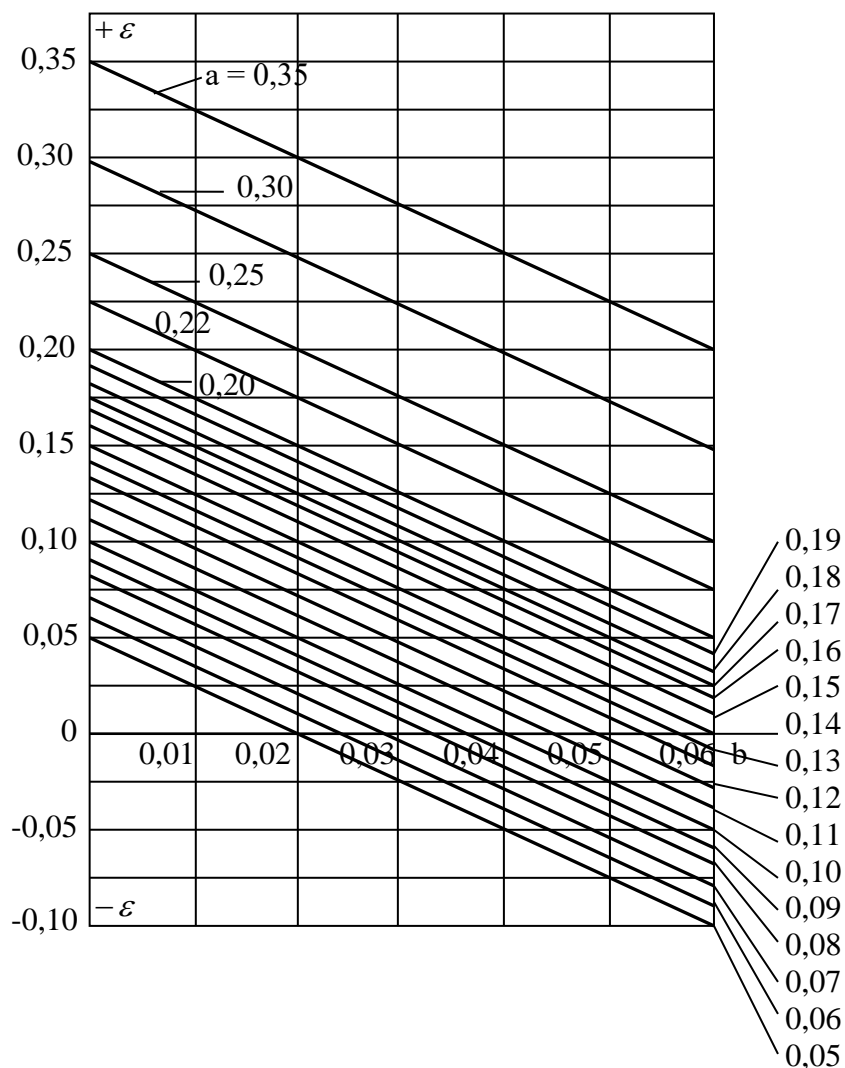
бу ерда P_0 – салт юришининг ўртача қуввати, кВт; P_H – моторининг

номинал қуввати, кВт; t_x – цикллар орасидаги салт юришлар вакти, с.

Диаграммадаги a ва b кўрсаткичлар бўйича самарадорлик кўрсаткичи E топилади. Қуйидаги формула ёрдамида ҳар соатда электр энергиядан қилинаётган иқтисод ҳисобланади:

$$\Delta \mathcal{E} = \varepsilon z P_H t_x / 3600,$$

бу ерда z – механизмнинг ишлаб чиқариш давомидаги цикллар сони.



2.4 – расм. Электр юритма салт юришини чегаралашнинг самарадорлигини аниқлашга хизмат қилувчи диаграмма

Мисол. Суюқ материални транспортировка қилишда ишлатиладиган насос электр юритмаси моторининг қуввати $P_H = 7,5 \text{ кВт}$, $P_0 = 1,12 \text{ кВт}$, $t_0 = 25 \text{ с}$, $z = 20 \text{ цикл/с}$.

Ечим. $a = 1,12/7,5 = 0,15$ ва $b = 1/4 * 25 = 0,01$. 2.4 – расмдаги диаграммадан $E = 0,125$ эканлигини топамиз.

Шунда τ ар соатда электр энергиядан қилинаётган иқтисод

$\Delta \mathcal{E} = 0,125 \cdot (20 \cdot 7,5 \cdot 25/3600) = 0,13 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$, демак бу курилмада салт юришини чегаралаш мақсадга мувофиқ экан.

4. Қувват буйича тўлиқ юкланмаган моторларни кичик қувватли моторлар билан алмаштириш; агар юкланганлик даражаси 45% дан кам бўлса, у ҳолда сўзсиз кичик қувватлиси билан алмаштириш зарур. Агар юкланганлик даражаси 70% дан юқори бўлса, у ҳолда алмаштириш керак эмас. Юкланганлик 45% – 70% оралиқда бўлса, у ҳолда актив қувват исрофини ҳисоблаб чиқиш зарур. Бу қувват исрофи қуйидаги ифода ёрдамида ҳисобланади:

$$\Delta P_{\Sigma} = [Q_o(1 - K_H^2) + K_H^2 Q_H] \cdot K_{\mathcal{E}} + P_o + K_o^2 \Delta P,$$

бу ерда $Q_o = \sqrt{3} U_H I_X \sin \varphi_o$ – моторнинг салт юришдаги истеъмол

қилаётган реактив қуввати, квар: $K_H = P/P_H$ – моторнинг юкланиш

коэффициенти, $Q_H = \frac{P_H}{\eta_H} \operatorname{tg} \varphi_H$ – моторнинг номинал

юкланишидаги

истеъмол қилаётган реактив қуввати, квар: $K_{\mathcal{E}} = 0,1$ ёки $0,15$ - исрофлар коэффициенти, $\Delta P_1 = \sqrt{3} U_H I_o x \cos \varphi$ – моторнинг салт юришидаги актив қувват исрофи, кВт;

$$\Delta P = P_H \left(\frac{1 - \eta_H}{\eta_H} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \gamma} \right)$$

– мотордаги юкланишнинг номинал қийматга ўзгаришида актив қувват

исрофининг ўзгариши, кВт;

$$\gamma = \frac{\Delta P_X}{(1 - \eta_H) - \Delta P_X}$$

– моторнинг конструкциясига боғлиқ бўлган ҳисобий коэффициент, %;

$\sin \varphi = 0,1 - 0,2$ ораликда ўзгаради. Салт юриш токининг ўртача

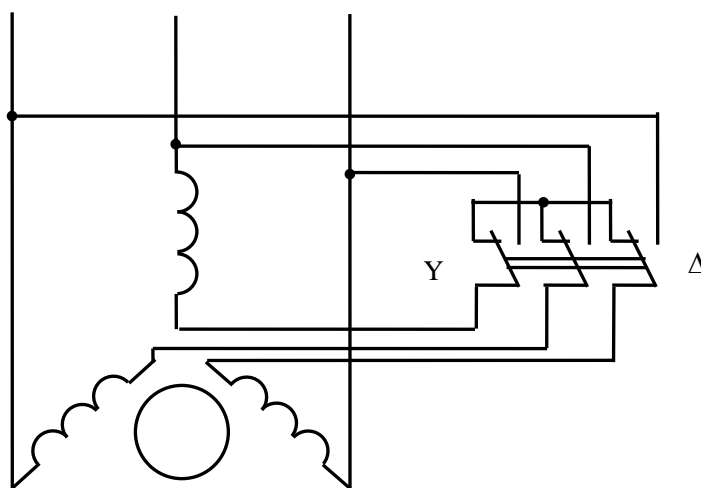
қиймати I_0 моторнинг P_H ва I_H қийматлари асосида аниқланади:

Мисол. Бетон аралаштирувчи қурилма электр юритмаси моторининг номинал кўрсаткичлари – $P_H = 30\text{кВт}$, $I_H = 55\text{А}$, $\eta_H = 91\%$, $\cos \varphi_H = 0,91$, $I_0 = 23,1\text{А}$, $\cos \varphi_0 = 0,17$. Мотор $P = 14,7\text{ кВт}$ юкланиш билан ишлайди. Бу моторни қуввати $P_H = 15\text{ кВт}$ бўлган мотор билан алмаштириш керак еки керакмаслигини текшириб кўрамиз. Бу моторнинг асосий кўрсаткичлари $I_H = 29,9\text{А}$, $\eta_H = 87,5\%$, $\cos \varphi_H = 0,87$, $I_0 = 12,8\text{А}$, $\cos \varphi_0 = 0,1$.

Ҳисоблар шуни кўрсатадиган $\Delta P_{\Sigma} = 1,21\text{кВт}$.

Шундай қилиб, моторни кичикроқ қувватлиси билан алмаштириш мотордаги актив қувват исрофини камайишига олиб келади. Демак, бу ҳолатда кичик қувватли мотор билан алмаштириш мақсадга мувофиқ келади.

Агар мотор статор фазалари учбурчак усулда уланган бўлса, моторнинг юкланганлиги 40% дан ошмаса, у ҳолда статор чулғамини юлдуз усулида улаш керак бўлади (2.5 – расм). Бунинг натижасида ҳар бир фазадаги кучланиш $\sqrt{3}$ мартага камаяди, натижада қувват коэффициенти ошади.



2.5 – расм. Асинхрон мотор статор чулғами фазаларининг уланиш схемаси

Агар мотор ишлаш давомида юкланганлиги кам бўлиши бидан бирга маълум вақтдан сўнг яна номинал қувватга яқин қийматга кўтарилиб ишлаши, бу цикл даврий такрорланиб турадиган бўлса, у ҳолда автоматик қайта улаш қурилма ёрдамида статор фазаларини гоҳ учбурчак, гоҳ юлдуз усулда уланиб туриши мотор қувват коэффициентини автоматик ростлаш имконини беради ва бу ўз-ўзидан электр энергияни иқтисод қилишга олиб келади.

5. Максимал ток ва иссиқлик релеларнинг соз туриши мотор статори чулғамидаги токнинг рухсат этилган қийматидан ошиб кетишидан сақлайди. Агар А классли изоляцияли моторнинг ишлаш муддати 15 – 20 йил бўлса, токнинг номинал қийматидан 25% ошиши моторнинг ишлаш муддатини 1,5 йилгача қисқартиради.

6. Электр мотор таъмирининг сифатли бўлишини назорат қилиб туриш керак.

7. Тезлиги электрик усул билан ростланмайдиган уч фазали асинхрон моторларни худди ўта кўзғатилган режимда ишлайдиган

синхрон моторлар билан алмаштириш тармоқдан олинаётган реактив қувватни компенсация қилиш имконини беради.

8. Тезлиги ростланмайдиган асинхрон электрјуртмалардаги асинхрон моторларни мос қувватли синхрон моторлар билан алмаштириш.

Синхрон моторларнинг асосий афзалликлари:

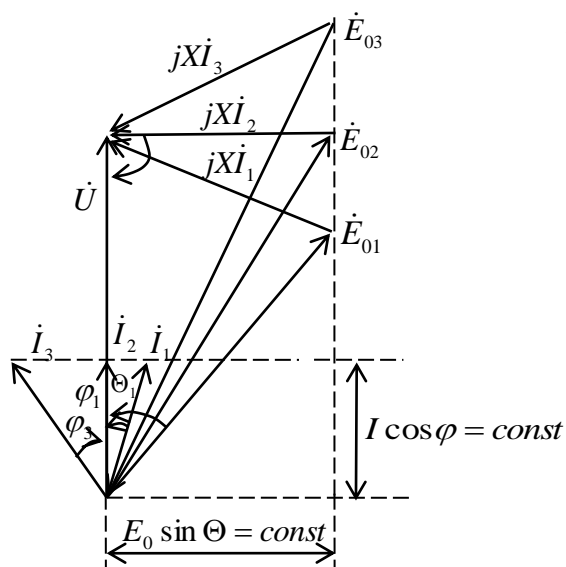
ишлаш давомида қўзғатиш чулғами токини ростлаш билан $\cos\varphi$ нинг қиймати ўзгартирилади;

тармоқ кучланиши ўзгаришига сезгирлиги асинхрон моторниқига нисбатан кам;

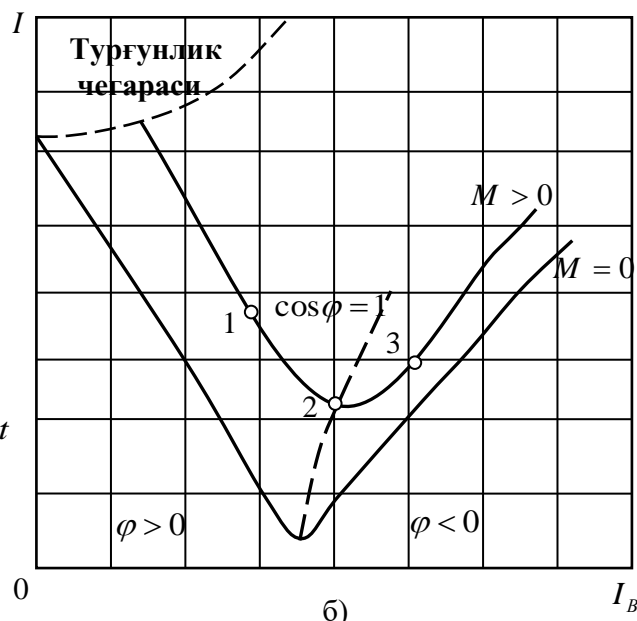
айланиш моменти тармоқ кучланишига тўғри пропорционал, асинхрон моторда бу боғланиш кучланишнинг квадратига тўғри пропорционал;

ФИК асинхрон мотморниқига қараганда юқори бўлади.

2.6,а – расмда синхрон моторнинг соддалаштирилган бир фазаси учун қўзғатиш токининг уч хил қиймати учун қурилган вектор диаграммаси келтирилган.



а)



б)

2.6 – расм. Синхрон электр моторнинг вектор диаграммаси (а) ва U кўринишдаги (б)

Шунингдек, кўзгатиш чулғами токининг турли қийматларида айланътириш моментининг $M = 0$ ва $M > 0$ қийматлари учун статор токининг ўзгариш тавсифлари, яъни U кўринишдаги тавсифлари 2.5, б – расмда келтирилган. Тармоқдан фаза чулғамига берилаётган кучланиш

$$U = E_0 + jXI_1,$$

бу ерда E_0 – роторнинг асосий майдони ҳосил қилган ЭЮК вектори, X – мотор бир фазасининг индуктив қаршилиги, I_1 – фаза токи вектори. Агар кўзгатиш чулғами ҳосил қилган ротор майдони берилган тармоқ кучланиши ҳосил қилган натижавий магнит майдонидан кичик бўлса, у ҳолда статор токининг вектори I_1 кучланиш U дан φ_1 бурчагига орқада қолдади. Шунда мотор тармоқ учун актив-индуктивли юкланишли қурилма вазифасини бажаради. Кўзгатиш чулғами токини шундай қиймтигача ошириш мумкинки, бунда E_{02} шундай қийматга эга бўладики, jX_2 тармоқ кучланиши U га перпендикуляр бўлади ва I_2 фаза бўйича U билан мос келади, яъни $U_2 = 0$ бўлиб, синхрон мотор тармоқ учун актив юкланма бўлиб қолади ($\varphi_2 = 0$).

Кўзгатиш чулғами токининг янада ошиши синхрон моторни актив-сиғимли режимга ўтказиши, бунда I_3 φ_3 бурчакка тармоқ кучланиш U дан олдинга ўтиб кетади. Шундай қилиб, синхрон мотор реактив қувват генераторига айланади.

200 кВт ва ундан катта қувватли асинхрон моторларни синхрон моторлар билан алмаштириш ҳамиша электр энергияни иқтисод қилишга олиб келади.

Қувват коэффициентини сунъий компенсациялаш.

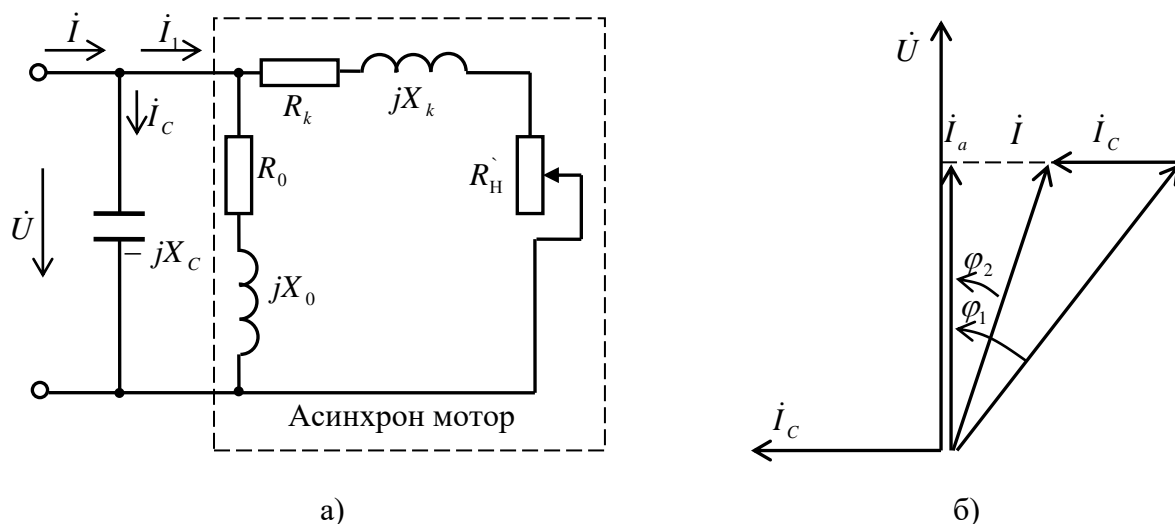
Қувват коэффициентини сунъий йўллар билан компенсация қилиш, конденсаторлар, синхрон моторлар, компенсаторлар, кўндаланг филтрлар ва ярим ўтказгичли статик реактив энергия манбалари томонидан амалга оширилади.

Конденсаторларни асинхрон моторлар яқинига ўрнатиш тавсия этлиб, улар реактив қувват генератори вазифасини бажаради. 2.7, а – расмда асинхрон мотор бир фазасининг эквивалент схемаси келтирилган. 2.7, б – расмда шу эквивалент схема учун қурилган вектор диаграммада юкланиш токининг индуктив ташкил этувчиси \dot{I}_1 нинг конденсатор батареялари ҳосил қилган сиғим токи \dot{I}_C билан компенсация қилиниши кўрсатилган. Вектор диаграммадан кўришиб турибдики, конденсатор батареяси улангандан сўнг бурчак φ нинг қиймати камаяди ($\varphi_2 < \varphi_1$), $\cos \varphi$ эса ошади.

Кўпгина ҳолларда реактив қувватни тўлиқ компенсация қилишнинг ҳожати бўлмайди, чунки $\cos \varphi = 0,95$ бўлиши етарли бўлиб, кичик қийматдаги реактив ток ҳосил қилувчи амалда қўшимча қувват исрофини юзага келтирмайди. $\cos \varphi = 1,0$ га эришиш учун одатда қўшимча конденсаторлар батареяси улашга тўғри келади ва бу кўпинча иқтисодий жиҳатдан ўзини оқламайди. Реактив қувватли компенсация қилишда зарур бўладиган конденсаторларнинг сиғимини ҳисоблаш қуйидаги формула билан амалга оширилади:

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2),$$

Бу ерда $P = I_a U$ – электр истеъмолчининг актив қуввати, $\omega = 2\pi f$ – бурчак частота, U – тармоқ кучланиши, φ_1, φ_2 – реактив қувватни компенсация қилишдан олдин ва кейин ток вектори \dot{I} билан тармоқ кучланиши U орасидаги бурчаклар.



2.7 – расм. Асинхрон мотор фазасининг эквивалент алмаштириш схемаси (а) ва вектор диаграммаси (б)

Конденсатор батареяларининг қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$Q = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2).$$

Мисол. Қувват коэффициенти $\cos \varphi = 0,76$ бўлган электр истеъмолчи саноат қурилмасининг қувват коэффициенти $\cos \varphi = 0,93$ га келтириш учун зарур бўлган конденсаторлардан иборат компенсацияловчи қурилманинг қувватини аниқлаш керак. Тармоқ кучланиши 380/220В йил давомидаги актив энергия сарфи $W_{\text{й}} = 1300000$ кВт.соат, $t_{\text{й}} = 4100$ с.

Ечим. Йил давомида ўртача актив қувват $P_a = W_{\text{й}} / t_{\text{й}} = 1300000 / 4100 = 317,1$ кВт. Реактив қувватни компенсацияловчи қурилманинг

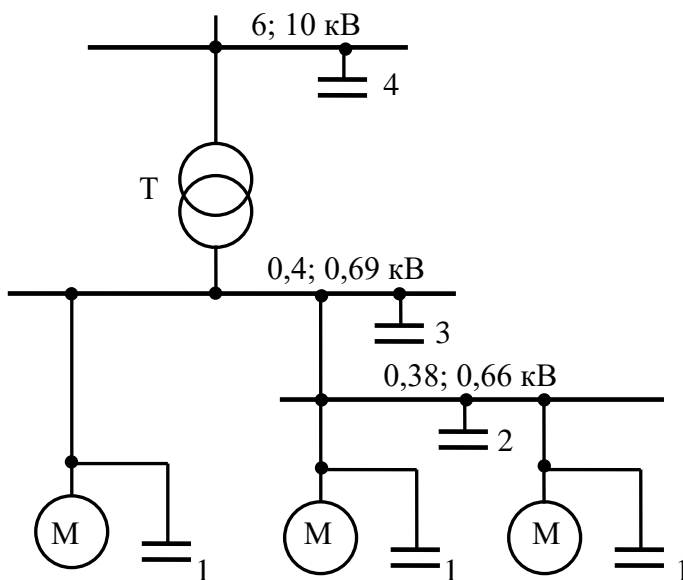
қуввати $Q = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 31701(0,85 - 0,39) = 145,9$ квар.

Катологдан 150 квар қувватли комплект конденсатор қурилмаси танланади.

Ҳар бир алоҳида истеъмолчи учун ўзининг ҳисобланган 1 – реактив қувват компенсацияловчи қурилмаларнинг ўрнатилиши (2.8 – расм) электр энергия билан таъминловчи тармоқларни ортиқча

реактив қувват юкланишидан халос килади ва максимал иқтисодий самара беради.

Бир неча истеъмолчилар гуруҳи учун ҳисобланган конденсаторлар батареяларининг қўйилиши ушбу конденсаторлардан унумли фойдаланишга олиб келади.



2.8 – расм. Статик конденсаторларни ўрнатиш вариантлари:

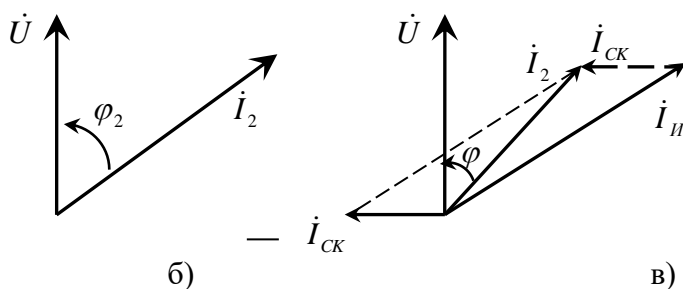
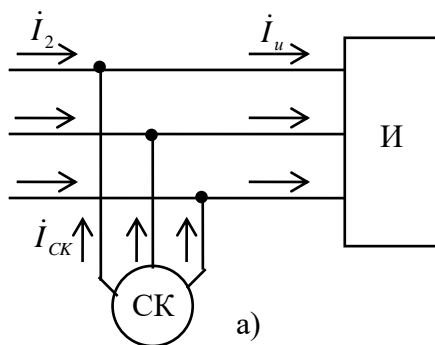
1 – 4 – конденсатор батареялари

Марказлаштирилган компенсациялаш трансформатор нимстанциянинг иккиламчи чулғами кучланиши шиналарига конденсатор батареяларини (3) улаш билан амалга оширилади, бу билан трансформаторлар ва таъминловчи линиялардаги реактив қувват юкланишидан халос килинади. Бирок нимстанциянинг иккиламчи кучланишлари реактив қувват юкланишидан халос бўлмайди. Худди шунингдек нимстанциянинг бирламчи кучланиши томонига уланган конденсаторлар батареяси ва ташқи электр тармоқни реактив қувват юкланишидан халос қилган ҳолда, иккиламчи кучланиш томонида ва унга уланган истеъмолчилардаги бу юкланишлардан халос этмайди.

Бошқарилувчи конденсатор батареяларини қўллашдан мақсад фақат реактив қувватни компенсациялашдан иборат бўлмай, балки

максимал ва минимал юкланишлар вақтида тармоқдан узтилатган кучланишнинг ўрнатилган қийматини ўзгартирмасдан ушлаб туриш учун ҳам хизмат қилади.

Салт юриш режимида ишлаётган синхрон мотордан реактив қувватни компенсацияловчи қурилма сифатида фойдаланиш мумкин. 2.9, а – расмда синхрон компенсаторнинг уланиш схемаси, 2.9 ,б, в – расмларда унинг вектор диаграммаси келтирилган. Истеъмолчи И ни тармоқ кучланиши U га улаш натижасида I_2 ток пайдо бўлади ва бу ток U дан φ_2 бурчакка орқада қолади. Истеъмолчи И га компенсаторни улаш натижасида, ўта кўзғатиш режимининг ташкил этилиши натижасида $I_{ск}$ ток юзага келади ва бу ток U дан 90 градус бурчакка олдинга ўтган бўлади. Тармоқдаги жамловчи ток $I_2 = I_{и} + I_{ск}$ бўлади. Бунда $\cos \varphi$ киймати ошади ва I_2 камаяди. Бу эса синхрон компенсаторларнинг уланиши худди конденсаторлар батареясини улаш каби бир функцияни бажараётганини кўрсатади. Компенсаторларнинг афзаллиги шундан иборатки реактив токни силлик ростлаш имконини беради.



2.9 – расм. Истеъмолчи ва синхрон компенсаторларнинг уланиш схемаси (а), компенсациягача (б) ва компенсациядан сўнгги (в) вектор диаграммалари

Оралик куч филтрлари дроссель ва конденсаторларни кетма – кет уланган ва маълум частотага созланиб, ушбу частотадаги юкори гормоник ташкил этувчиларни йўқотиш ёки улар таъсирини камайтириш учун хизмат қилади.

Ярим ўтказгичли статик реактив қувват манбалари ҳозирги пайтда таннархи юкори бўлганлиги учун амалда қўлланилмайди.

2.7. ТРАНСПОРТДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ

Электромобилларда энергия сарфини камайтириш ва уларнинг самарадорлигини ошириш ҳозирги тараққиётимиз даврида асосий рол ўйнайди. Электромобиллар органик ёқилғи билан ишлайдиган автомобилларни бир мунча сиқиб чиқариб, транспортда ўз ўрнини эгаллаб келмоқда.

Шаҳар ичида ва ташқарисида қатнайдиغان электромобилларни техник жиҳатдан такомиллаштириш керак бўлади.

Энг амалий масала, шаҳар ташқарисида қатнайдиغان электромобилларнинг тезлиги 80 – 100 км/соат бўлган ҳолда аккумуляторларининг бир марта зарядланиши камида 160 км масофани босиб ўтишга етказишдир. Бунинг учун жаъми йўл қаршиликларини ва электромобилнинг ёрдамчи уланишлардан қувват исрофини камайтириш; аккумулятор батареялари, электр моторлар, электромобил трансляцияси ва боғланиши қурилмалари ҳамда энергия куч қурилмалари кабелларининг ФИК ошириш ҳисобига эришилади.

Асосий масала бу ерда жаъми йўл қаршиликларини енгишда энергия сарфини камайтириш ва ёрдамчи ускуналарда қувват исрофини камайтириш ҳамда тормозлаш тизимини такомиллаштиришдан иборат бўлиши керак.

Электромобиллар учун ҳаво қаршилиги коэффиенти 0,2 – 0,3 дан ошмаслиги керак, бу мураккаб, аммо ечилиши мумкин бўлган масаладир.

Тормозлашда рекуператив тормозлашни қўллаш энергияни иқтисод қилиш нуқтаи назаридан энг маъқул вазифадир. Рекуператив тормозлашда электромобилнинг барча кинетик энергияси электр энергияга ўзгартирилиб, аккумулятор батареяларига қайтарилади.

Гарчи ҳозирги пайтда алоҳида электромобиллар учун хилма хил турдаги аккумуляторлар яратиш давом этаётган бўлса ҳам электромобилларда реал қўлланилаётгани бу кўрғошин кислотали аккумуляторлар бўлиб қолмоқда. Уларнинг массаси электромобиллар массаси билан деярли тенгдир. Шунинг учун ҳам уларнинг массасини камайтириш долзарб конструктив муаммолигича қолмоқда.

Электромобилларда кетма – кет қўзғатиш чулғамли ўзгармас ток моторларини қўллаш бошқа турдаги электр моторларни қўллашга нисбатан бир мунча афзалликларга эгадир. Чунки бу турдаги электр моторлар тезликнинг кичик қийматларида талаб қилинадиган қийматларда момент ҳосил қила олади ва шунингдек катта тезликда ҳам талаб қилинадиган кичик моментни ҳосил қила олади. Бошқариш қулай ва уни тўғри аккумулятор батареясига улаш мумкин. Тезликни ростлаш эса импульс кенглиги бошқариладиган модулятор ердамида бошқариш мумкин. Шунингдек, электромобил тезлиги механик усул билан, яъни тезлик қутичаси орқали ҳам ростлаш электромобиллардаги электр энергия исрофини камайтиришга олиб келади.

Электромобилларда қўлланиладиган электр мотор қуввати текис йўл учун қуйидаги формула билан аниқланади (Вт):

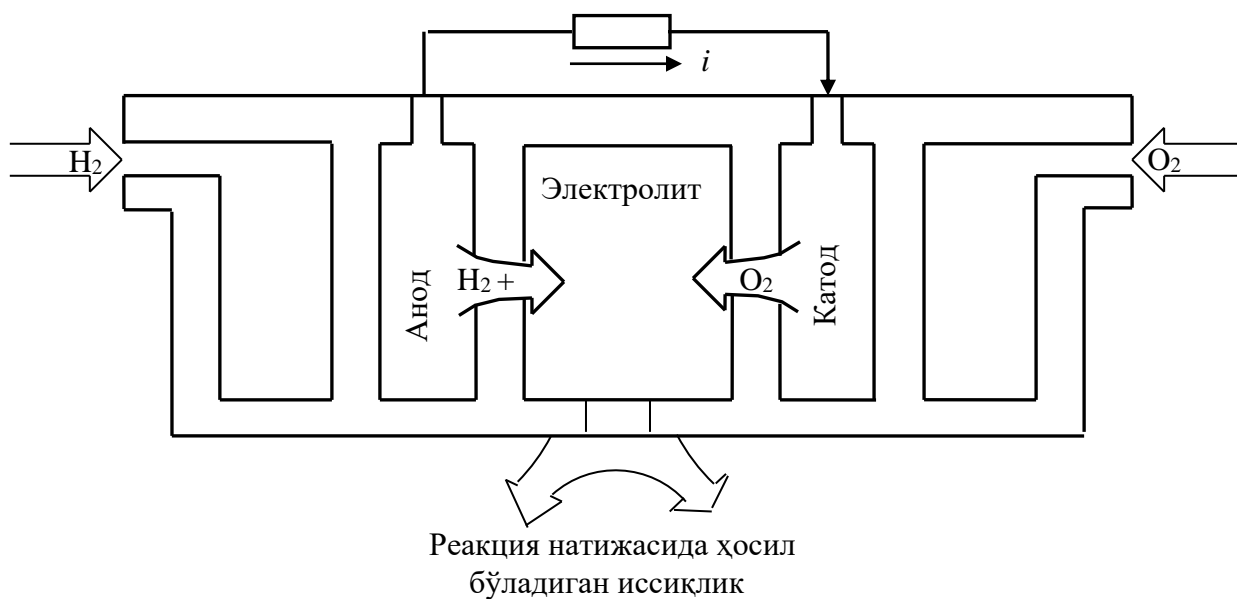
$$P = C_1V + C_2WV^2 + C_dAV^2,$$

бу ерда V – электромобилнинг максимал тезлиги, м/с;

W – электромобилнинг оғирлиги, Н; A – электромобилнинг олд юзаси,

M_2 (одатда 0,5 – 1,4 М2); C_1 – чайқалишдаги ишқаланиш ва ҳаракатланувчи қисмидаги қувват исрофини ҳисобга олувчи ўзгармас коэффициент (одатда электромобилнинг ҳар бир 1 Н оғирлигига 0,03 – 0,9 Н тўғри келади); C_2 – ишқаланиш сиқилиши натижасида иссиқлик ажралишини ҳисобга олувчи ўзгармас коэффициент (одатда тезлик 1м/с бўлганда электромобил оғирлигининг ҳар бир 1 Н оғирлигига 0,06 – 0,12 Н тўғри келади); C_d – ҳавонинг қаршилик коэффициенти (одатда 0,2 – 0,5).

Моторнинг максимал тезлиги ротори чеккасидаги механик кучланиш қиймати билан чегараланади. Одатда ўзгармас ток мотори роторининг диаметри ўзгарувчан ток моторининг ротори диаметридан кичик бўлади. Шунинг учун ҳам айланиш тезлиги юкори бўлади.



2.10 – расм. Ёқилғи элементининг ишлаш схемаси

Айланиш тезлигининг ўртача қиймати 4000 – 4500 айл/мин ва максимал қиймати 5000 – 6000 айл/мин бўлиши моторни қувват буйича оптимал ишлатиш имконини беради. Электромобил моторларидаги токнинг қиймати 50А ва кучланиш 400В дан катта бўлмаслига аккумулятор қуввати билан чегараланади.

Келажакда электр энергия манбаи сифатида ёқилғи элементлари қўлланилиши мумкин. Ёқилғи элементининг ишлаши аккумуляторнинг ишлашига ухшаб кетади. Энг содда ёқилғи элементида ёқилғи сифатида тоза водород, оксидловчи сифатида эса тоза кислороддан фойдаланилади.

Иккала газ ораси ғовак материалдан ўтиб электролит эритмасида ўзаро таъсирга киришади, шунда ўзгармас ток ҳосил бўлади ва реакциянинг якуний маҳсулоти сув бўлади (2.10 – расм). Жараён давомида иссиқлик ажралиб чиқади. Бундай электр энергия манбаларини қуйидаги афзалликлари сабабли электромобилларда қўллаш мумкин бўлади:

ёқилғи ёқилмайди, балки тўғридан – тўғри электр энергияга ўзгартирилади, атроф муҳитнинг экологик ҳолати бўзилмайди;

ёқилғи элементи учун совутиш қурилмасининг кераги йўқ;

ёқилғи элементидан фойдаланиш жараёни шовқинсиз кечади;

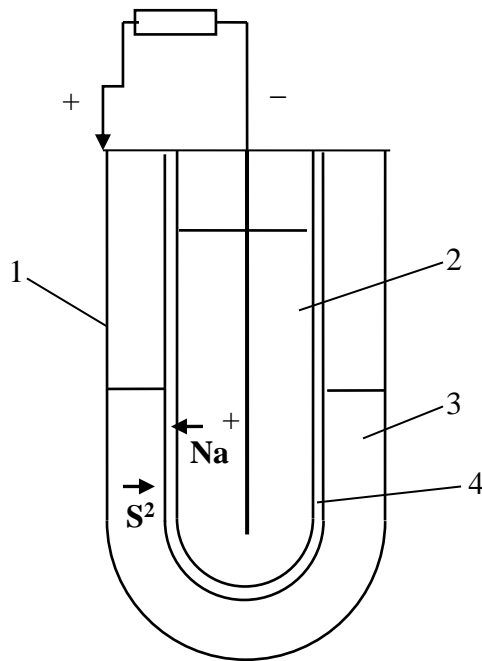
ёқилғи элементларининг турли қувватли бўлиши унинг қўлланиши доирасини кенгайтиради.

Ҳозирда тайёрланаётган ёқилғи элементларининг ФИК 35% дан юқори (агар ёқилғи элементида ишлаётган тизимда чиқиб кетаётган иссиқликни иссиқлик насоси ёрдамида қайта фойдаланилса, куч энергия қурилмасининг умумий ФИК 94% га етиши мумкин).

Келажакда ёқилғи элементлар учун бошқа турдаги ёқилғилардан ҳам фойдаланиш имкониятлари бор.

Қўрғошин кислотали аккумуляторларни электромобилларда қўллаш электр транспортга қўйиладиган талабларга тўлиқ жавоб бера олмаётгани сабабли принципиал янги турдаги аккумуляторлар ишлаб чиқариш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Келажакда электромобилларда қўллашга мўлжалланган истиқболли аккумуляторлар ҳозирда бу олтингугурт – натрийли аккумулятордир (2.11 – расм). Катод – суюқ натрий билан суюқ олтингугурт – анод ўртасида қаттиқ электролит жойлашган. Электролит факат натрийнинг ионларини ўтказувчи филтр вазифасини бажаради. Натрийнинг ионлари олтингугурт билан реакцияга киришади ва электролитлар орасида потенциаллар айирмаси ҳосил бўлади. Электр мотор ишлаган пайтдагина, яъни электр занжирдан ток ўтгандагина якуний маҳсулот полисулфит натрий ҳосил бўлади.

Ўтказилган йўл тадқиқотлари натижалари шуни кўрсатадики, олтингугурт – натрий аккумуляторли электрофургон бир марта зарядланган аккумулятори билан йўлнинг аҳволи ва ҳаракат шароитига қараб 96 – 120 км йўл босиши мумкинлиги аниқланди. Ҳозирги пайтда олтингугуртли аккумуляторнинг алоҳида элементининг энергия ҳажми 550Вт*соат гача оширилган. Электр моторни электр энергия билан таъминлаш учун шундай аккумулятор элементларидан 90 таси етарлидир.



2.11 – расм. Олтингугурт – натрийли аккумуляторнинг таркибий тузилиши:

1 – суюқ олтингугуртли аноддан йиғувчи вазифасини бажарувчи зангламайдиган пўлатдан тайёрланган корпус; 2 – суюқ натрий (98 °С да эрийдиган); 3 – суюқ олтингугурт (119 °С да эрийдиган); 4 – олтингугурт ва натрийни ажратиб турувчи натрий ионларини ўзидан ўтказувчи қаттиқ электролит вазивасини бажарувчи β окс алюминийли асосда тайёрланган қаттиқ электролит

3. АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИНГ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР РЕЖИМЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ ВА ХИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ

3.1. ЭЛЕКТРЮРИТМАЛАРДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИГА ЭРИШИШНИНГ АСОСИЙ ЙУЛЛАРИ

Маълумки, бутун дунёда ишлаб чиқилган энергиянинг қарийиб 60 – 70 % ини турли механизм ва ускуналарнинг электрюритмалари истеъмол қилади. Жаҳонда ишлаб чиқилган электр энергиянинг деярли 50 % ини ўзгарувчан ва ўзгармас ток электрюритмалари истеъмол қилади.

Шу муносабат билан автоматлаштирилган электрюритмалар воситасида энергия тежамкорликни таъминлаш ва мазкур соҳада рақобатбардош малакали кадрларни тайёрлаш муҳим аҳамият касб этади.

Ҳозирги вақтда автоматлаштирилган электр юритма воситасида энергия тежашнинг қуйидаги йўллари мавжуд:

1. Ишлаб чиқариш механизми юкламасининг реал ўзгаришига қараб мотор танлаш усулини такомиллаштириш йўли билан электрюритманинг мотори қувватини тўғри танлаш, чунки моторнинг қуввати юклама қувватидан кичкина бўлса, мотор энергияни ноэффektiv ўзгартиради ва ишлаганида ўзида ва электр узатиш линиясида исроф бўладиган қувват анчагина катталашади.

2. Ишлаб чиқариш механизмларида автоматлаштирилган электрюритмаларнинг актив массаси (мис ва темир)ни катталаштириш ҳисобига ФИК ва қувват коэффициентининг қийматлари энергия .ежайдиган электр моторлардан фойдаланиш;

3. Ростланмайдиган электрюритмалардан ростланадиган электрюритмаларга ўтиш, бунда фақат автоматлаштирилган электрюритма тизимида эмас, балки ишлаб чиқариш механизмида ҳам ресурслар (сув, иссиқлик ва б.) ни тежашга имкон беради.

4. Ростланмайдиган электрюритмаларда юклама ўзгарувчан бўлганда, шунингдек бошқариладиган автоматлаштирилган электрюритмаларда технология жараёни талабига биноан электр юритма координаталарини ўзгаришидан юзага келадиган ҳолларда энг кам энергия талаб қилинишини таъминлайдиган махсус техникавий ечимларни ишлаб чиқиш ва яратиш.

Энергия тежашнинг юқорида келтирилган йўллардан бирини танлаш ва амалга ошириш технологик механизм томонидан юзага келтириладиган конкрет шароитларга боғлиқ бўлиб, уларнинг ҳар бири узининг маълум афзалликларига ва камчиликларига эгадир.

Энергетик кризис ва энергия ташувчилар баҳоларининг ўсиб боришини эътиборга олиб, электрюритмани бошқариш воситаларини такомиллаштириш ҳисобига талаб қилинадиган энергиянинг анчагина қисмини тежашни таъминлайдиган йўл алоҳида аҳамиятга эгадир. Исикболли йўл бу тўртинчи йўл ҳисобланади, бунда автоматлаштирилган электр юритмани бошқариш алгоритмини такомиллаштириш ҳисобига 30 – 40 % энергияни тежаш имконини беради.

Шу сабабли асосий эътибор бошқариш алгоритмини тубдан такомиллаштириш ҳисобига ва энг қулай (оптимал) бошқариш ҳисобига энг кам энергия талаб қилинишини таъминлайдиган автоматлаштирилган электрюритманинг янги тизимларини ишлаб чиқиш ҳисобига энергия тежайдиган автоматлаштирилган электрюритманинг назарий масалаларига ва ҳисоблаш усулларига қаратилиши зарур. Маълумки, барча мамлакатларда электр энергиянинг энг йирик истеъмолчиси асосан ўзгарувчан ток электрюритмаси, айниқса асинхрон моторли электр юритмалар ҳисобланади, улар бутун дунёда ишлаб чиқарилган электр энергиянинг деярли ярмини механик энергияга ўзгартирадилар. Бу моторлар асосий қисмининг кам юклама билан ёки номиналдан анчагина ошиб ишлаши электрюритмаларнинг ФИК лари ва $\cos \varphi$ ларини сезиларли камайишига олиб келади. Бу ҳол эса дунёда электр ва

иссиклик энергиясини ортиқча сарфланишига анчагина таъсир килади. Шунинг учун таҳлил объекти сифатида ўзгарувчан токнинг асинхрон моторли автоматлаштирилган электр юритмаси олинган.

Аmmo ўзгармас ток электр юритмаларини оптимал бшқариш усулларин ҳам кўриб чиқиш фойдадан холи бўлмайди.

Ўзгарувчан ва қўзғатиш қувват исрофларининг тенглигини таъминловчи ўзгармас ток электр юритмасининг схемаси. Моторнинг минимум қувват исрофи иш режимида ишлаши шартидан келиб чиққан ҳода қуйидаги тенгламани ёзамиз:

$$k_{\nu^*} / M_*^2 / \Phi_*^2 = (k_{B^*} + k_{CT^*} \omega_*^\beta) \Phi_*^2,$$

бу ерда қуйидаги белгилашлар қабул қилинган:

$$k_{\nu^*} = \Delta P_{\nu H} / \Delta P_{\Sigma H}; k_{c^*} = \Delta P_{c.H.} / \Delta P_{\Sigma H}; k_{CT^*} = \Delta P_{CT.H} / \Delta P_{\Sigma H};$$

$$k_{B^*} = \Delta P_{B.H} / \Delta P_{\Sigma H}; k_{M^*} = \Delta P_{M.H} / \Delta P_{\Sigma H}; I_{B^*} = I_B / I_{BH}; I_* = I_J / I_{JH}.$$

Тенгламанинг чап томони ўзгарувчан қувват исрофларини ўнг томони эса механик қувват исрофларини ҳисобга олинмаган ўзгармас қувват исрофларини билдиради. Тенгламанинг ўнг томонидаги қувват исрофлари пўлатдаги магнит исрофлари ва қўзғатиш чулғамининг электр исрофларидан иборат бўлгани учун қўзғатиш қувват исрофлари ΔP_{B^*} деб ҳам аташ мумкин. Шунинг учун ҳам моторнинг минимум қувват исрофи шартини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\Delta P_{\nu^*} = \Delta P_{B^*},$$

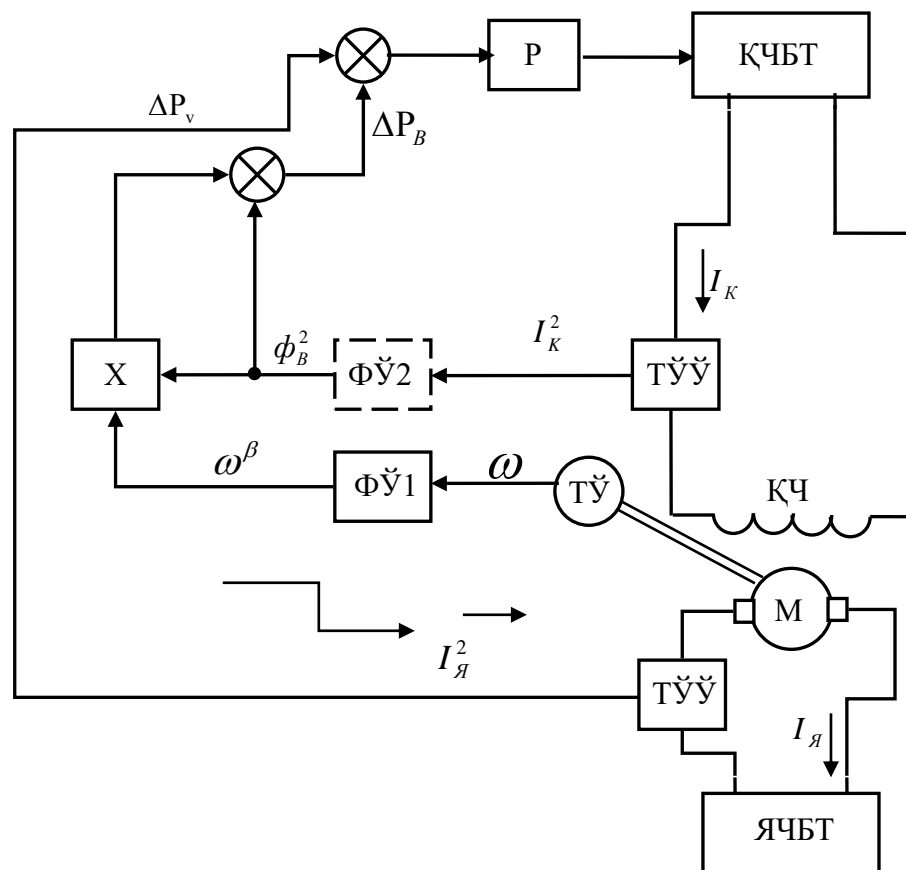
$$\Delta P_{\nu^*} = k_{\nu^*} M_*^2 / \Phi_*^2 = I_*^2 k_{\nu^*};$$

$$\Delta P_{B^*} = \Phi_*^2 (k_{B^*} + k_{CT^*} \omega_*^\beta) = I_{B^*}^2 (k_{B^*} + k_{CT^*} \omega_*^\beta).$$

Қўзғатиш ҳамда ўзгармас қувват исрофлари тенглигини таъминловчи электр юритманинг схемаси 3.1 – расмда тасвирланган.

Электр юритма схемасининг куч бошқарилувчи каналида якор чулғами бошқарилувчи тўғрилагич (ЯЧБТ) ва қўзғатич чулғами бошқарилувчи

тўғрилагичлар (ҚЧБТ) бор. Моторнинг якор ва кўзғатиш чулғамлари занжирларида алоҳида ток ўлчов ўзгарткичлари (ТЎЎ) уланган. Бу ток ўлчов ўзгарткичлар занжирдаги токнинг квадрат қийматини ўлчайди. Мотор пўлатидаги қувват исрофини аниқлаш учун функционал ўзгарткич (ФЎ1) ва кўпайтириш қурилмасидан фойдаланилган. ФЎ1 га сигнал тезлик ўзлағичи (ТЎ) дан олинади. Ўзгарувчи қувват исрофлари ΔP_v ва кўзғатиш қувват исрофлари ΔP_B уларнинг тенглигини таъминлаш ростлагичнинг (Р) кириш қисмида учун ўзаро солиштирилади. Агар мотор магнитланиш тавсифининг ночизиқлигини ҳисобга олиш зарур бўлса, у ҳолда электрюритма схемасига магнит оқимининг кўзғатиш токига боғлиқлиги ночизиқлигини $\Phi^2 = f(I_B^2)$ ифодаловчи кўшимча функционал ўзгарткич (ФЎ2) киритилади.



3.1 – расм. Таркибида тоқларнинг қийматини квадратга ўғартирувчи ўлчов ўзгарткичи бўлган ўзгармас ток электрйоритмасининг тизим схемаси

Электр юритманинг оптимал қўзатиш тоқини ҳисобловчи ростлаш тизими. Электр моторнинг маълум тезлик ва юкланиш бўйича ишлашида магнит оқимининг оптимал бўлиши қуйидаги тенлама орқали аниқланади:

$$\Phi_{opt}^2 = M_* \sqrt{\frac{k_{v*}}{k_{B*} + k_{CT*} \omega^\beta}} .$$

Мотор магнитланиш тавсифининг чизиқли қисми учун бу ифода моторнинг маълум юкланиш моменти ва тезлиги учун қўзатиш тоқининг $I_{В.опт}$ ростланиш қонуниятини англатади. Бу қонуниятни амалга оширувчи электрйоритманинг схемаси 3.2 – расмда тасвирланган.

Электрйоритманинг якор занжирида моторнинг тезлиги тезлик ростлагич (РТ) ёрдамида амалга оширилади. РТез нинг кириш қисмига тезликнинг берилган қиймати билан реал қийматлари айирмаси берилади. Моторнинг қўзатиш чулғами занжирида эса электрйоритманинг энергетик оптимизацияси амалга оширилади. Қўзатиш чулғамидаги тоқнинг оптимал қиймати тоқ ростлагичи (РТ) ёрдамида амалга оширилади. Ҳисоблаш қурилмаси (ХҚ), масалан, микропроцессор маълум k_v, k_B, k_{CT} коэффициентлар ҳамда момент M ва тезлик ω қийматларини берилган математик ифодалар асосида қайта ишлаб қўзатиш тоқининг $I_{В.опт}$ оптимал қийматини аниқлайди. Моторнинг моменти якор тоқи билан қўзатиш тоқларининг пропорционал қийматларини ўзаро кўпайтириб аниқланади.

Мотор моментининг $M(\omega)$ ўзгаришида ўзгармас ток электрйоритмасини минимум қувват исрофи режимида ишлайдиган тизими. Агар электрйоритма моменти тезликка боғлиқ равишда ўзгарадиган бўлса, у ҳода 3.2 – расмдаги схема соддалаштириш мумкин бўлади. Масалан,

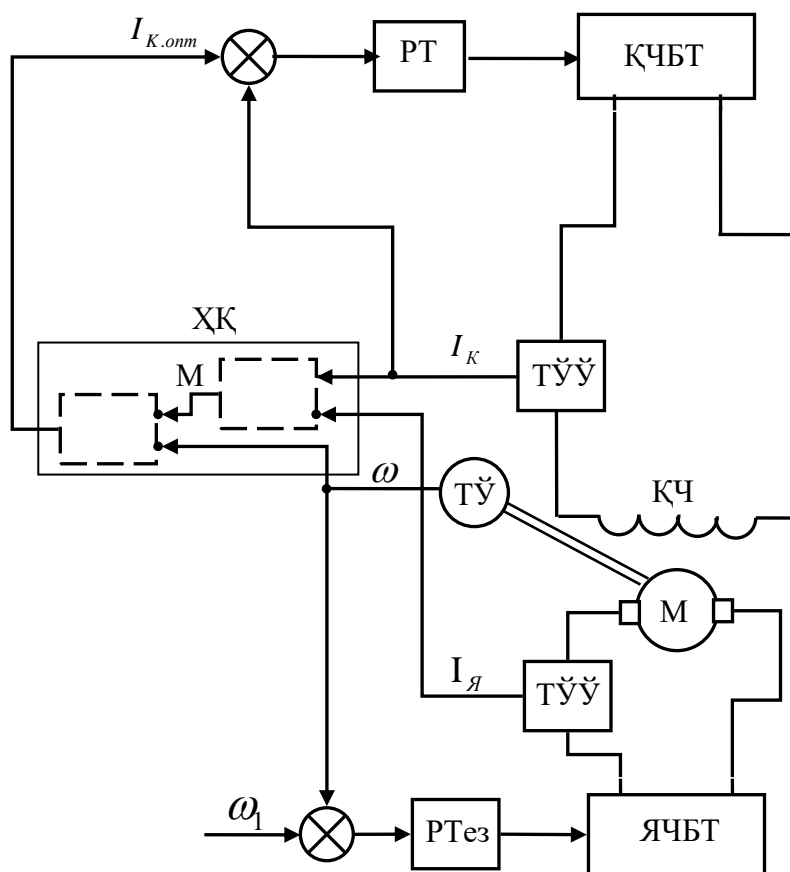
вентилятор электрйоритмаси учун моментнинг ифодаси куйидаги кўринишда бўлади:

$$M \approx \omega_*^2.$$

У ҳолда магнит оқимининг оптимал қиймати куйидаги тенглама билан аниқланади:

$$\Phi_{opt*} = \omega_* \sqrt{\frac{k_{v*}}{k_{B*} + k_{CT*} \omega^\beta}},$$

яъни момент фақатгина тезликка боғлиқ бўлиб қолади.



3.2 – расм. Таркибида қўзғатиш токининг оптимал қийматини ҳисобловчи қурилма бўлган ўзгармас ток электрйоритмасининг тизим схемаси

Берилган тезликни ўзгартирмасдан ушлаб турилиб, моторнинг минимум қувват исрофи режимида ишлашнинг амалга оширувчи электрйоритма схемаси 3.3, а – расмда келтирилган. Берилган тезликни ўзгартирмасдан ушлаб туриш, якор занжири кучланишини тезлик ростлагичи (РТез) орқали ростлаш ҳисобига амалга оширилади. Функционал ўзгарткичнинг (ФЎ) вазифаси берилган тезликка мос равишда қўзғатиш токининг оптимал қийматини аниқлашдир. Мотор магнитланиш тавсифининг тўғри чизиқли қисми учун $I_{K.omm*} = \Phi_{omm*}$ бўлади. Мотор магнитланиш тавсифининг нозизиқли қисми учун эса қўзғатиш токининг қийматига функционал ўзгарткич томонидан тузатиш киритиш керак бўлади. Вентиляторли механик тавсифли электрйоритма учун мотор қўзғатиш токи оптимал қийматининг $I_{K.omm}(\omega)$ ўзгариши тавсифи 3.3, б – расмда келтирилган.

Электрйоритманинг минимум режимида ишлашнинг таъминловчи изланувчи тизими. Кўриб чиқилган электрйоритмаларни автоматик ростлаш тизимлари умумий қуйидаги камчиликларга эга:

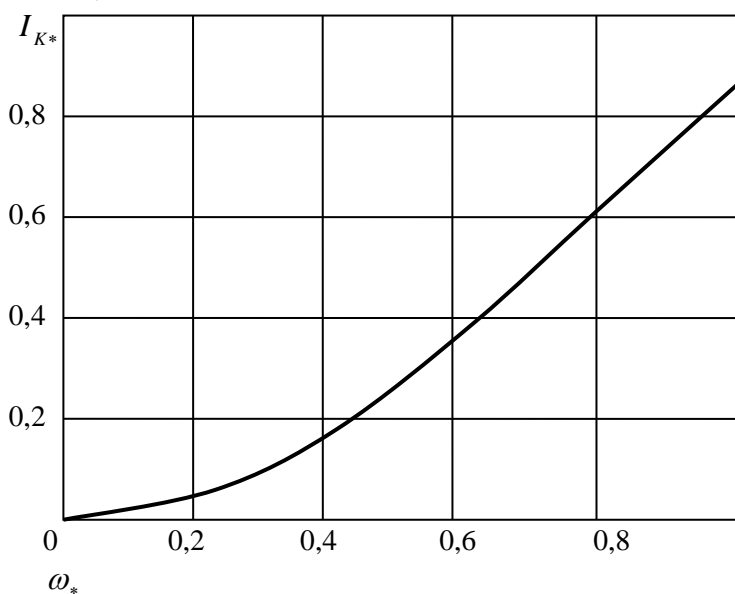
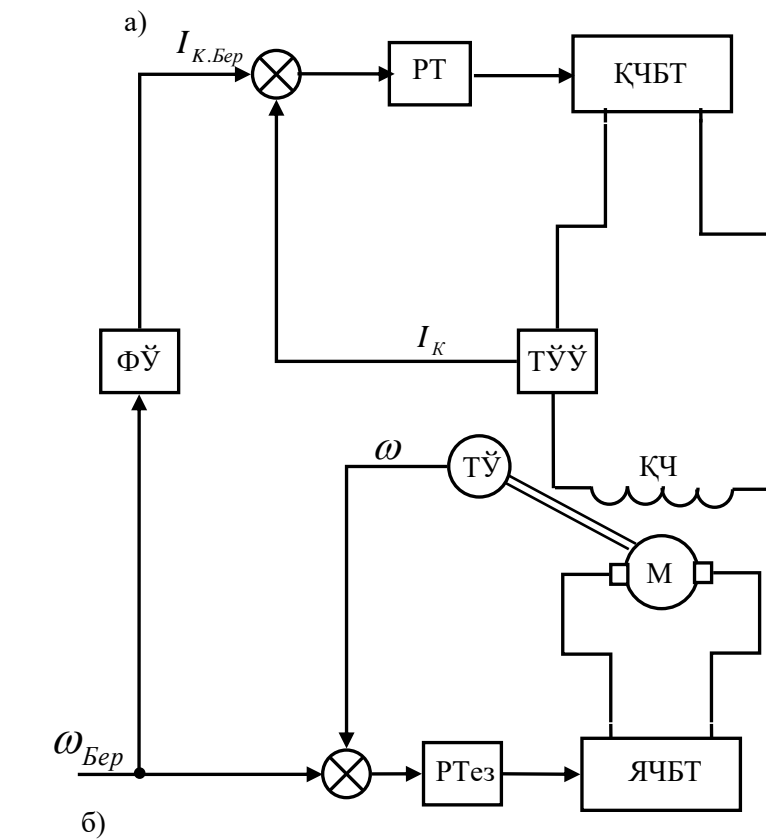
ҳар бир мотор учун k_v, k_B, k_{CT} коэффициентларнинг қийматлари маълум бўлиши шартлиги ва улар асосида ҳар бири учун алоҳида функционал ўзгарткич ва ростлагичларни ростлаш зарурлиги;

моторларнинг кўрсаткичлари (биринчи навбатда чулғамларининг актив қаршиликлари) илаши давомида ўзгариши ва бу ўз навбатида қувват изрофларини оптимизация қилувчи автоматик бошқариш тизимларида сезиларли хатоликларга олиб келади.

Бу камчиликлардан холи бўлган электрйоритманинг изланувчи автоматик бошқариш тизими схемаси 3.4, а – расмда тасвирланган. Моторнинг якор ва қўзғатиш чулғамлари истеъмол қилаётган тўлиқ актив қувватни ўлчайдиган қувват ўлчов ўзгарткичи (ҚЎЎ) ва унинг қиймати қуйидагига тенгдир:

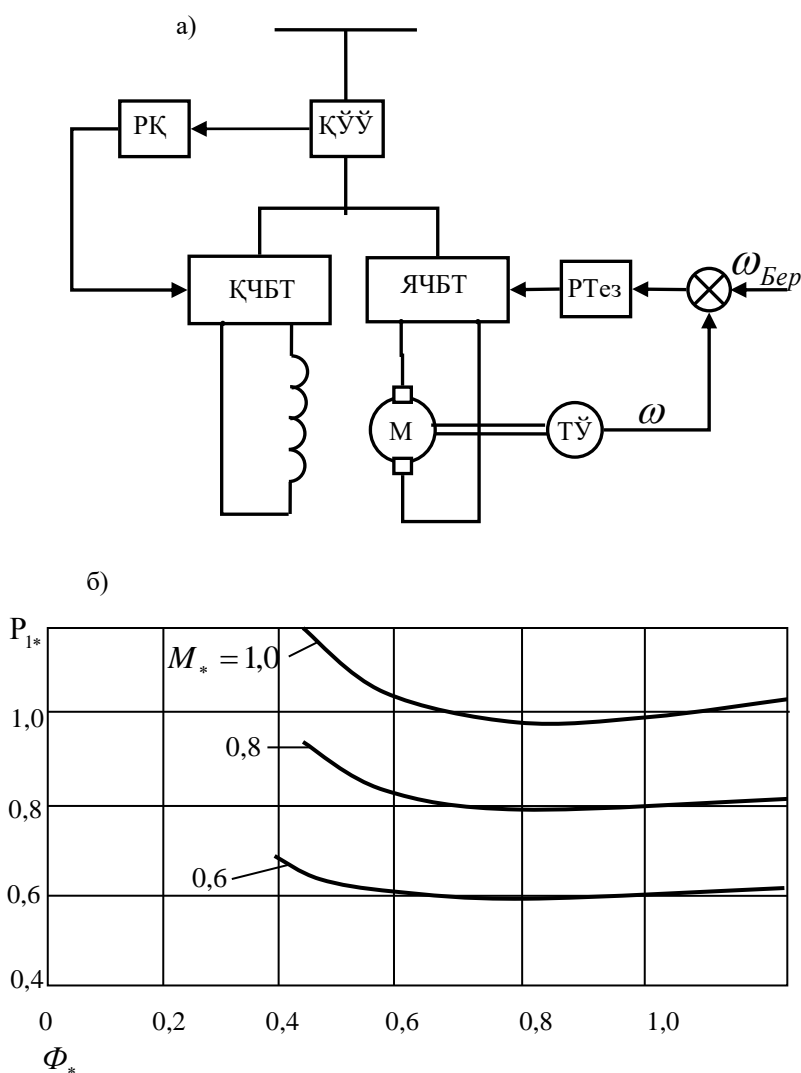
$$P_1 = P + \Delta P_{\Sigma} = M\omega + \Delta P_{\Sigma} .$$

Агар $M_c = const$ ва $\omega = const$ бўлса, у ҳолда P_1 нинг қиймати фақат магнит оқимиغا боғлиқ бўлиб қолади ва унинг минимум қийматда бўлиши қувват исрофининг минимум бўлиши билан белгиланади. П71 русумли ўзгармас мотор истеъмол қилаётган актив қувватнинг магнит оқимиغا боғлиқ ўзгариши $P_{1*}(\Phi_*)$ тавсифи 3.4, б – расмда тасвирланган.



3.3 – расм. Вентиляторли юкланишли механизмнинг ўзгармас ток электрйоритмаси: а – тизим схемаси; б – оптимал кўзғатиш токининг тезликка боғлиқлик тавсифи

Маълумки, ҳар қандай узлуксиз функциянинг дифференциали экстремал қийматида ўз ишорасини ўзгартиради. Кўзғатиш чулғамидаги ростлагич, қувватнинг вақт бўйича дифференциалини нол даражада ушлаб туриш ҳисобига, истеъмол қилинаётган қийматнинг минимум қийматини излайди.



3.4 – расм. Ўзгармас ток электрйоритмасининг минимум қувват исрофи режимини таъминловчи изланувчи тизими: а – тизим схемаси; б – истеъмол қилинаётган қувватнинг магнит оқимига боғлиқлик тавсифи

Бундай ростлаш тизимининг афзаллиги шундаки, изланаётган қувват истеъмолининг минимал қийматини ўрнатиш электр юритманинг кўрсаткичлари ва ишлаш шароитларига боғлиқ эмаслигидадир, аммо аниқлик даражаси юқори эмас, чунки қувват тавсифининг минимал қиймати жуда аниқ кўринишга эга эмас (3.4, б – расмга қаранг). Бундан ташқари, ишлаши давомида моменти ёки тезлигининг доимий ўзгариб туриши кузатиладиган электр юритмалар учун бундай изланувчи ростлаш тизимларини қўллаб бўлмайди.

3.2. АСИНХРОН МОТОРЛАР ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР РЕЖИМЛАРИНИНГ МАТЕМАТИК ИФОДАЛАРИ ВА УЛАРНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ

Энг умумий ҳол бўлган частота билан бошқариладиган асинхрон моторли автоматлаштирилган электр юритмани бошқаришнинг, маълум частотада амалга ошириладиган бошқа усуллари частота билан бошқаришнинг хусусий ҳоли ҳисобланади.

Частота билан ростланадиган автоматлаштирилган электр юритма тизимларида асинхрон моторнинг энг кам қувват исрофи билан ишлаши таҳлили ва ҳисоблаш усулини баён қиламиз [9, 10].

Частота билан ростланадиган электр юритмаларнинг ишчи ва ростлаш тавсифларини ҳисоблаш ва ростлаш тавсифларини таҳлил қилиш учун магнит оқими оркали ифода қилинадиган аналитик муносабатларни келтирамиз ва электр моторларда магнит қувват исрофи энг кичкина бўладиган магнит оқимининг оптимал қийматини аниқлаш учун боғлиқлигини аниқлаймиз. «Т» симон эквивалент электр схемаси ва вектор диаграммаси учун олинган аналитик муносабатларни соддалаштириш учун фақат $k = 1$ гармоникаси учун келтирамиз. Асинхрон моторнинг магнит оқими нисбий қийматини

$$\varphi = \frac{\Phi}{\Phi_{\kappa}},$$

частота ва моментнинг нисбий қийматларини эса

$$F = \frac{f}{f_{\kappa}}, \mu = \frac{M}{M_{\kappa}}$$

ва моменти билан белгилаймиз.

Роторнинг келтирилган токи:

$$I_{PF\varphi} = \sqrt{\frac{P_{\text{ЭМ.Н}}}{m_1 r_p} \beta \varphi}, \quad (3.1)$$

бу ерда $P_{\text{ЭМ.Н}}$ – номинал электромагнит қувват, m_1 – статор фазаларининг сони;

$$\beta \varphi = d \varphi^2 - \sqrt{(a \varphi^2)^2 - c}$$

$$a = \frac{m_1 E_{\text{сн}} r^1 p}{2 P_{\text{ЭМ.Н}} x_p^{12}}; \quad c = \frac{r^{12} p}{x_p^{12}}, \quad \text{абсолют сирпаниш;}$$

$E_{\text{сн}}$ – статор ЭЮК нинг номинал киймати.

$$I_{OF,\varphi} = \frac{E_{OH} F \varphi}{\sqrt{r_{O1}^2 + x_{O1}^2 \gamma}}. \quad (3.2)$$

Магнитловчи ток

Магнитловчи контурнинг актив ва индуктив қаршиликлари (3.2)

тенгламадан:

$$r_{OF,\varphi} = \frac{r_{\mu} F - \sqrt{(r_{\eta} F - 4x_{OF,\varphi})^2}}{2}$$

бундан
$$x_{OF,\varphi} = F \sqrt{\frac{E_{C.H.}^2 \varphi^2}{I_{O\varphi}^2} - \left(\frac{\Delta P_{cm.H} \varphi^2}{m_1 I_{OF}^2} \right)}$$

$\Delta P_{cm.H}$ – мотор пўлатидаги номинал исрофлар

$I_{OP} - F = 1$ бўлганда (магнитланиш эгри чизигидан аниқланади),

$K = 1,315$ – асинхрон мотор иагнит тизими пўлати маркасига боғлиқ коэффициент.

Статор токи
$$I_{CF,\varphi} = E_{C.H.} \varphi \sqrt{\frac{(x_{OF,\varphi} + x_P^1 F)^2 + (r_{OF,\varphi} + \frac{r_P^1 F}{\beta \gamma})^2}{(r_{OF,\varphi} + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r_P^{12}}{\beta^2 \varphi} + x_P^{12} \right)}}, \quad (3.3)$$

Сирпаниши
$$s_{F,\varphi} = \frac{\beta \varphi}{F}. \quad (3.4)$$

Электромагнит исрофлар:

$$\Delta P_{\text{ЭМ.F.}\varphi} = m_1 r_c E_{C.H.}^2 \varphi \frac{(x_{OF,\varphi} + x_{\mu F}^1)^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{r_P F}{\beta \varphi} \right)^2}{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r_P^{12}}{\beta^2 \varphi} + x_P^{12} \right)} + \Delta P_{\text{ЭМ.H}} \beta_\gamma + \Delta P_{cm.H} \varphi^2 F^K. \quad (3.5)$$

Умумий исрофлар:

$$\sum \Delta P_{F,\varphi} = E_{C.H.}^2 \varphi^2 \left(m_1 r_c + \frac{\Delta P_{куш.H}}{I_{C.H.}^2} \right) \frac{(x_{OF,\varphi} + x_P^1 F)^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{r_P^1 F}{\beta \varphi} \right)^2}{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r^1 P}{\beta^2 \varphi} + x_P^{12} \right)} + \Delta P_{\text{ЭМ.H}} \beta_\gamma + \Delta P_{cm.H} \varphi^2 F^K + M_H \omega_H (F - \beta_\gamma), \quad (3.6)$$

бу ерда $I_{CH}, \omega_H, M_H, \Delta P_{куш.H}$ – статор токи, синхрон тезлик, механик момент ва қўшимча исрофларнинг номинал кийматлари.

Тўла кувват: $P_{\partial F, \varphi} = M_H \omega_H (F - \beta_\gamma)$,

(3.7)

бу ерда M_H – моторнинг валидаги номинал момент.

Талаб килинадиган кувват

$$P_{nF, \varphi} = E_{OH}^2 \left(m_1 r_c + \frac{\Delta P_{куш.н}}{I_{CM}^2} \right) \varphi^2 \frac{(x_{OF, \varphi} + x_{\mu F}^1)^2 + \left(r_{OF, \varphi} + \frac{r_p^{12} F}{\beta \varphi} \right)}{(r_{OF, \varphi}^2 + x_{OF, \varphi}^2) \left(\frac{r_p^{12}}{\beta^2 \varphi} + x_p^{12} \right)} + \Delta P_{ЭМ.Н} F + \Delta P_{см.н} \varphi^2 F^K. \quad (3.8)$$

ФИК ва кувват коэффициентининг моторнинг кўрсаткичлари роқаои ифодаси:

$$\eta_{F, \varphi} = \frac{P_{\partial F, \varphi}}{P_{nF, \varphi}} = \frac{M_{\partial H} \omega_{OH} (F - \beta_\varphi) (x_{OF, \varphi} + x_p^1 F)^2 + (r_{OF, \varphi} + \frac{r_p^1 F}{\beta_\varphi})^2}{\Delta P_{ЭМ.Н} F + \Delta P_{см.н} \varphi^2 F^2 + E_{CH}^2 \varphi^2 (m_1 r_c + \frac{\Delta P_{ЭОБ.Н}}{I_{CH}^2}) (r_{OF, \varphi}^2 + x_{OF, \varphi}^2) (\frac{2_{PF}^1}{\beta \varphi} + x_p^{12})}. \quad (3.9)$$

$$\cos \varphi_{F, \varphi} = \frac{P_{nF, \varphi}}{m_1 U I_{CF, \varphi}} = \left[\frac{E_{CH\varphi} (m_1 r_c + \frac{\Delta P_{ЭОБ.Н}}{I_{CH}^2}) (x_{OF, \varphi} + x_{p\varphi}^1)^2 + (r_{OF, \varphi} + \frac{r_{pF}^1}{\beta \varphi})^2}{m_1 U (r_{OF, \varphi}^2 + x_{OF, \varphi}^2) (\frac{r_p^{12}}{\beta \varphi} + x_p^{12})} + \frac{\Delta P_{ЭМ.Н} F + \Delta P_{см.н} \varphi^2 F^K}{m_1 U E_{CH, \varphi}} \right] x \sqrt{\frac{(r_{OF, \varphi}^2 + x_{OF, \varphi}^2) \left(\frac{r_p^{12}}{\beta \gamma} + x_p^{12} \right)}{(x_{OF, \varphi} + x_p^1 F)^2 + \left(r_{OF, \varphi} + \frac{r_p^{12} F}{\beta \varphi} \right)^2}} \quad (3.10)$$

Энергетик курсаткич

$$\eta_{F, \varphi} \cos \varphi_{F, \varphi} = \frac{P_{\partial F, \varphi}}{m_1 U I_{CF, \varphi}} = \frac{M_{\partial H} \omega_{OH} (F - \beta \varphi)}{m_1 U E_{CH} \varphi} x \sqrt{\frac{(r_{OF, \varphi}^2 + x_{OF, \varphi}^2) \left(\frac{r_p^{12}}{\beta^2 \varphi} + x_p^{12} \right)}{(x_{OF, \varphi} + x_{PF}^1) + \left(r_{OF, \varphi} + \frac{r_p^1 F}{\beta \varphi} \right)^2}}. \quad (3.11)$$

F ва φ ларнинг аниқланган қийматларига мос келадиган U кучланишини

куйидагича аниқлаш мумкин:

$$U = \sqrt{2x_C^2 F^2 I_{CF,\varphi}^2 - A_{F,\varphi} + (2x_C^2 F I_{CF,\varphi}^2 - A_{F,\varphi})^2 - A_{F,\varphi}^2 - \frac{4}{m_1} x_C^2 F^2 P_{PF,\varphi}^2},$$

(3.12)

$$\text{бу ерда } A_{F,\varphi} = I_{CF,\varphi}^2 (x_C^2 F^2 + r_C^2) - E_{CH}^2 F^2 \varphi^2 - \frac{2}{m} r_C P_{nF,\varphi}.$$

Турли частоталар F учун окимнинг оптимал киймати $\Gamma_{\text{опт}}$ ни етарли даражада аниқликда (хатолик 2% дан катта эмас) ҳисоблашларсиз аналитик

усулда, $DR_{\text{ЭМФ,Х}} = \Pi(X)$ функциясини тадқиқ қилмасдан аниқлаш мумкин.

Бунда асинхрон моторнинг статори токининг квадрати роторнинг келтирилган токи ва магнитловчи токнинг квадратлари йигиндисига тенг деб оламиз.

$$I_{CF,\varphi}^2 = I_{P\varphi}^2 + I_{O\varphi}^2 \quad (3.13)$$

Роторнинг келтирилган токи эса окимга тесқари мутаносибдир:

$$I_{P\varphi}^1 = \frac{\Delta P_{\text{ЭМ.Н}}}{m_1 E_{CH} \varphi},$$

(3.14)

Магнитловчи токнинг квадратини оким орқали ифодалаш учун [3.3] формуладан фойдаланамиз:

$$I_{O\varphi}^2 = I_{OH}^2 \frac{\gamma^2}{K_M - (K_M - 1)^2 \varphi},$$

(3.15)

бу ерда K_M эгри чизик I_{OH}^2 нинг дўнг қисми аниқроқ бўлишини танлаш коэффициентини.

Юқорида келтирилган дастлабки ҳоллар асосида электромагнит исрофнинг тахминий ифодасини оламиз:

$$\Delta P, \varphi = \frac{B}{\varphi^2} + C \frac{\gamma^2}{K_M (K_M - 1) \varphi^2} + D \varphi^2 F^2,$$

(3.16)

$$\text{бу ерда } B = (r_c + r_p^1) \Delta P_{ЭМ.Н} / m_1 E_{СН}^2 : C = 3r_c^2 I_{ОН}^2 : D = \Delta P_{СН}.$$

(3.15) ифодадан оқим бўйича отртирма олиб ва уни нолга тенглаштириб, баъзи ўзгартиришлар киритиб:

$$\varphi^2 + v\varphi^2 + c_\varphi \varphi^2 + d_F \varphi^2 + e_\varphi = 0,$$

(3.17)

бу ерда

$$v = \frac{2K}{1 - K_\mu}; c_F = \frac{cr_\mu + DF^k K_\mu^2 - B(K_\mu - 1)}{DF^k (K_\mu - 1)^2}; d_F = \frac{2BK_\mu}{DF^k (K_\mu - 1)}; e_F = \frac{B}{DF^k} \left(\frac{K_\mu^2}{K_\mu - 1} \right);$$

(3.17) тенгламани ечиб, оптимал оқимнинг умумий ҳолда аналитик ифодасини оламиз, бунда частота билан бошқариладиган тизимларда асинхрон моторда исроф бўладиган қувват энг кичкина, ФИК эса энг юқори бўлади:

$$\varphi_{опт} = \sqrt{\frac{v + A}{4} + \sqrt{\left(\frac{v + A}{4}\right)^2 - v \frac{v\varphi - dF}{A}}},$$

(3.18)

бунда

$$A = \sqrt{8\varphi + v^2 - 4c_F}; \varphi = \sqrt[3]{-q + \sqrt{q^2 - p^2}} + \sqrt[3]{-q - \sqrt{q^2 + p^2}} + \frac{c_F}{6},$$

$$\text{бу ерда } q = -\left(\frac{c_F}{6}\right)^3 + \frac{c_F(4d_F - v^2) - d_F^2}{16}, p = -\left(\frac{c_F}{6}\right)^2;$$

олинган қийматларини (3.1) (3.12) ифодаларга қўйиб оптимал режимда бизни қизиқтирган катталикларнинг ва кўрсаткичларнинг қийматларини олиш мумкин, бунда электромагнит исрофи энг кичкина (минимал) бўлади.

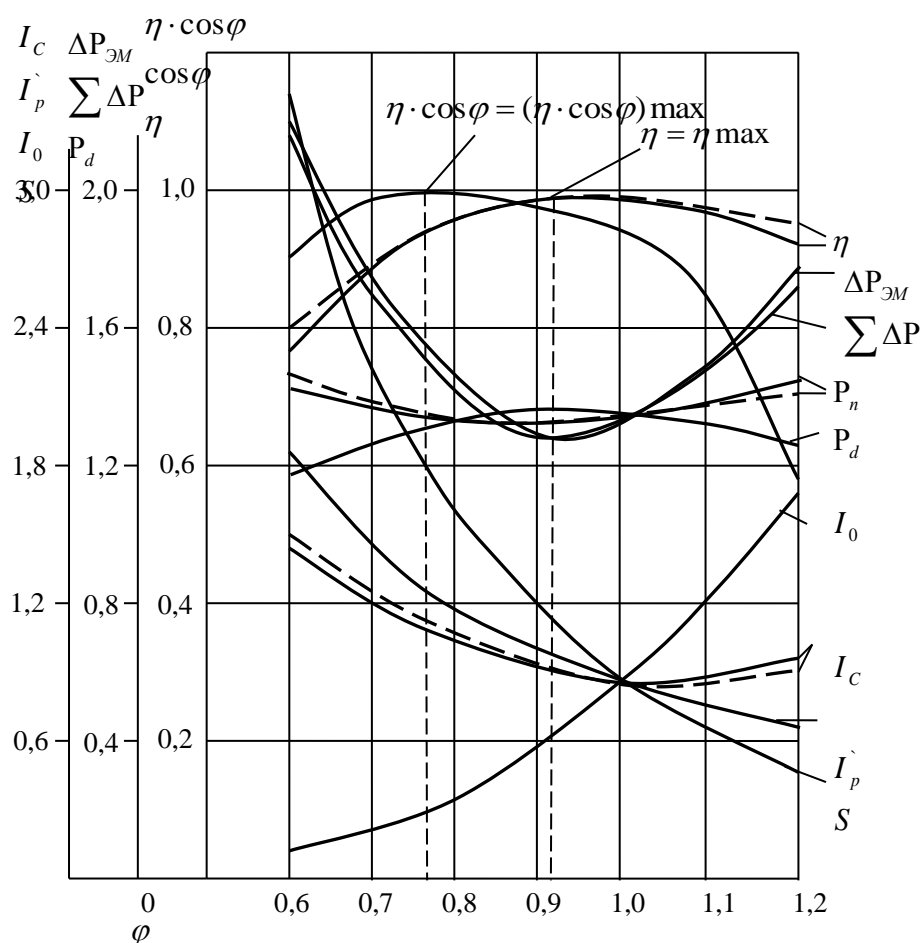
3.3. ЧАСТОТАНИ ЎЗГАРТИРИБ ТЕЗЛИГИ РОСТЛАНАДИГАН АСИНХРОН МОТОРНИНГ ИШЧИ ВА РОСТЛАШ ТАВСИФЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ

Частота билан тезлиги ростланадиган тизимларда ишлайдиган, нормал ва оптимал (энергия тежамкорлигини таъминлайдиган) оқимларда ўзгармас статик момент $M_0 = M_H = \text{const}$ билан характерланадиган юклама учун асинхрон моторнинг тавсифлари таҳлилини кўриб чиқамиз. Юқорида таклиф қилинган усул асосида частота билан ростланадиган электр юритмаларида ишлайдиган, қувватлар диапазони 0,6 – 15 кВт ли 4А серияли асинхрон мотор учун, $k = 1$ гармоникаси учун ишчи ва ростлаш тавсифлари ҳисобланиб чиқилди. Турли қувватлар учун натижаларнинг деярли бир хиллигини эътиборга олиб, қуйида нисбий бирликларда қурилган асинхрон моторнинг битта маркаси (4А80В4У3) учун тавсифларни келтирамиз. Бунда базавий катталиқлар сифатида статор ва роторнинг номинал тоқлари, магнитловчи ток, сирпаниш, электромагнит ва йиғинди исрофлар, қувват коэффициенти ва ФИК лари ва уларнинг $\varphi = 1$ ва $m = 1$ га тшғри келадиган кўпайтмаси қабул қилинди.

3.1 – расмда частота билан тезлиги ростланадиган электр юритма тизимида частота номинал $F = 1$ бўлганда асинхрон моторнинг оқим функциясида ишчи тавсифлари келтирилган. Статор тоқи I_C , магнитловчи ток ва роторнинг келтирилган тоқи I'_r нинг геометрик йиғиндисига тснғ; роторнинг келтирилган тоқи оқимга тесқари мутаносиб ва демак φ нинг катталашуви билан камайиб боради.

Шунинг учун I_C нинг оқимга боғланиши параллеллпид кўринишда бўлади. Қувват исрофлари: электромагнит $\Delta P_{эм}$ ва йиғинди $\sum \Delta P$; шунингдек, тармоқдан талаб қилинадиган қувват P_C ҳам φ функциясида шунга ўхшаш шаклга эга бўладилар. Кўзғатиш қувват исрофига ва ўзгарувчан [10] қувват исрофларнинг магнит оқими бўйича

орттирмаси ўзаро тенг бўлганда қувват исрофлар экстремал қийматига эга бўладилар. Бошқариш частотаси ўзгарганда статор токи ўзгармас бўлишини қайд қилиш лозим, бир вақтда қувват исрофларнинг экстремал қиймати номинал частотага тўғри келадиган қийматига нисбатан ўзгаради (частота камайганда ёки катталашганда ўнг ёки чап томонга сурилади).



3.1 – расм. Тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган электр юритмалардаги 4А русумидаги асинхрон моторнинг частота қиймати $F = 1$ бўлгандаги электрик ва энергетик кўрсаткичларининг магнит оқими ўзгаришига боғлиқ тавсифлари

Магнит оқими катталашганда асинхрон моторнинг тезлиги бир оз ортади, натижада сирпаниш s камаяди, фойдали қувват эса

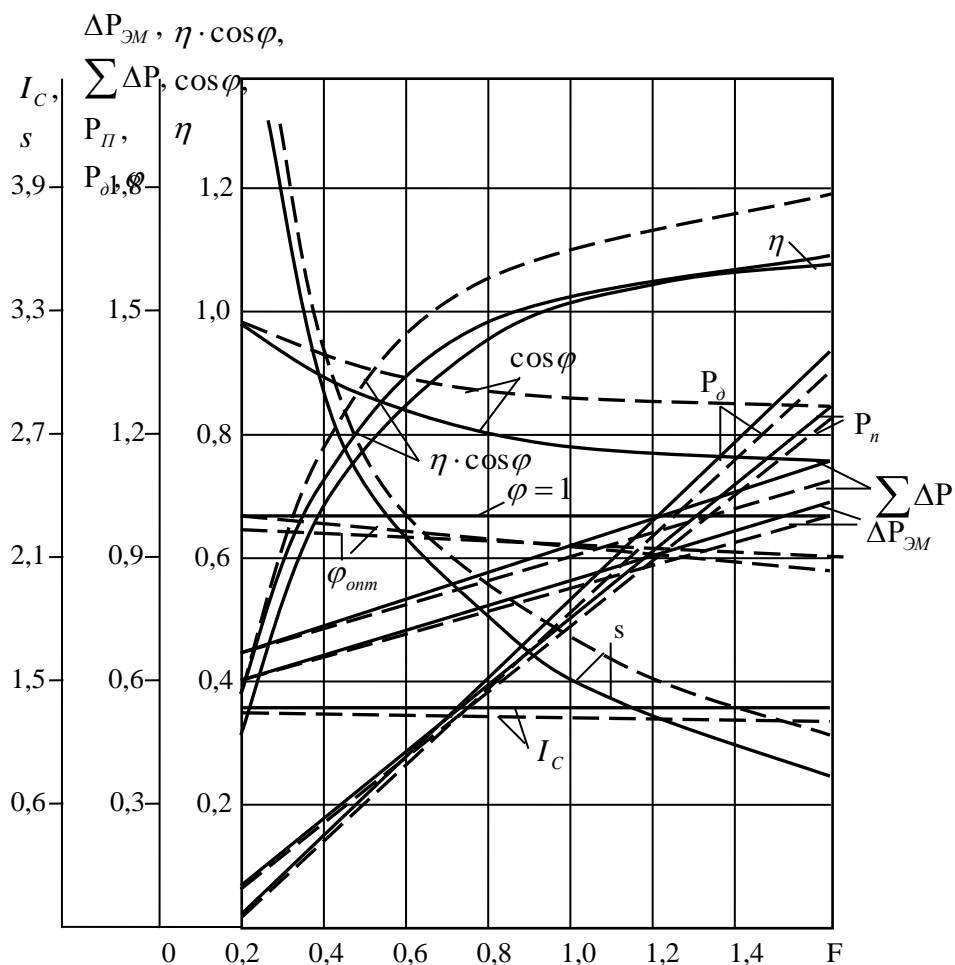
катталашади. Шунинг учун тармоқдан талаб қилинадиган қувватнинг энг кичик қиймати электромагнит қувват исрофининг энг кичик қийматига нисбатан магнит оқимнинг кичкина қийматига тўғри келади.

Электромагнит кўрсаткичларнинг эгри чизиқлари: ФИК η , қувват коэффиценти $\cos\varphi$ ва уларнинг кўпайтмаси $\eta \cos\varphi$ оқимнинг маълум қийматида максимумга эришадилар. Ўзгарувчан қувват исрофлари ва кўзғатиш қувват исрофи қийматлари ўзаро тенг бўлганда ФИК ўзининг энг катта қийматига эришади. Қувват коэффиценти катталашиб боради ва оқимнинг кичик қийматларида ўзининг энг катта қийматига эришади ва оқим катталашганда статор токининг актив ташкил этувчисининг камайиши ва магнитловчи токнинг катталашуви натижасида анчагина камаяди.

Энергетик кўрсаткичи ($\eta \cdot \cos\varphi$) нинг энг катта қиймати, ФИК нинг максимум қийматига η ($\cos\varphi = 0,93$) қараганда магнит оқимнинг нисбатан камроқ қийматига тўғри келади: частота билан тезлиги ростланадиган электрюрита тизимида асинхрон моторнинг магнит оқими номинал $\varphi = 1$ бўлганда (чизиқлар 1) ва оптимал $\varphi = \varphi_{opt}$ бўлганда (пунктир чизиқлар 2) ростлаш тавсифлари 3.2 – расмда келтирилган. Бунда магнит оқимнинг оптимал қийматига ушбу моторда қувват исрофларнинг минимал бўлиши мос келади.

3.2 – расмда статор токи I_C нинг ошиши билан, асосан асинхрон моторнинг пўлатида қувват исрофининг ошиши ҳисобига, F нинг катталашуви билан асинхрон моторнинг тезлиги ошади, унда шу йўналишда P_6 ва P_n қувватлари ўзгаради, сирпаниш эса гиперболик конун бўйича камаяди. $\varphi = 1$ ва $\varphi = \varphi_{opt}$ бўлганда P_d ва P_n қувватлари унча ўзгармайди. Частота ўзгаришининг кўрилаётган барча диапазонда ($F = 0,2 - 1,4$) 4А русумидаги асинхрон мотор учун бу катталиқлар $\varphi = 1$ режимга қараганда оптимал режимда кичкина. (3.2 – расм). Бу биринчидан, φ

катталашуви билан қувватлар ўсиб боради, иккинчидан бу моторлар учун ўзгариш диапазони асосан $\varphi_{opt} < 1$.



3.2 – расм. Частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган электр юритмалардаги 4А русумдаги асинхрон мотор кўрсаткичларининг магнит оқимининг номинал ва оптимал қийматларидаги частотага боғлиқ ўзгариш тавсифлари

Частота қиймати ошиши билан қувват коэффициенти камаяди (3.2 – расм), чунки амалда кучланиш частотага мутаносиб ўзгаради, талаб қилинадиган қувват унча ўзгармайди. Оптимал режимда частота қиймати пасайганда қувват коэффициенти $\cos \varphi$ олдинига оптимал оқим қийматини катталашуви ҳамда P_{II} ни камайиши ҳисобига, камаяди; сўнгра кучланишнинг каттароқ пасайиши натижасида, катталашади.

Частота ортиши билан ФИК ошади (3.2 – расм), чунки асинхрон моторнинг фойдали қуввати, P_n дан фаркли ўлароқ $M_C = M_H = \text{const}$ булганда, амалда F нинг ўзгаришга мутаносиб бўлади.

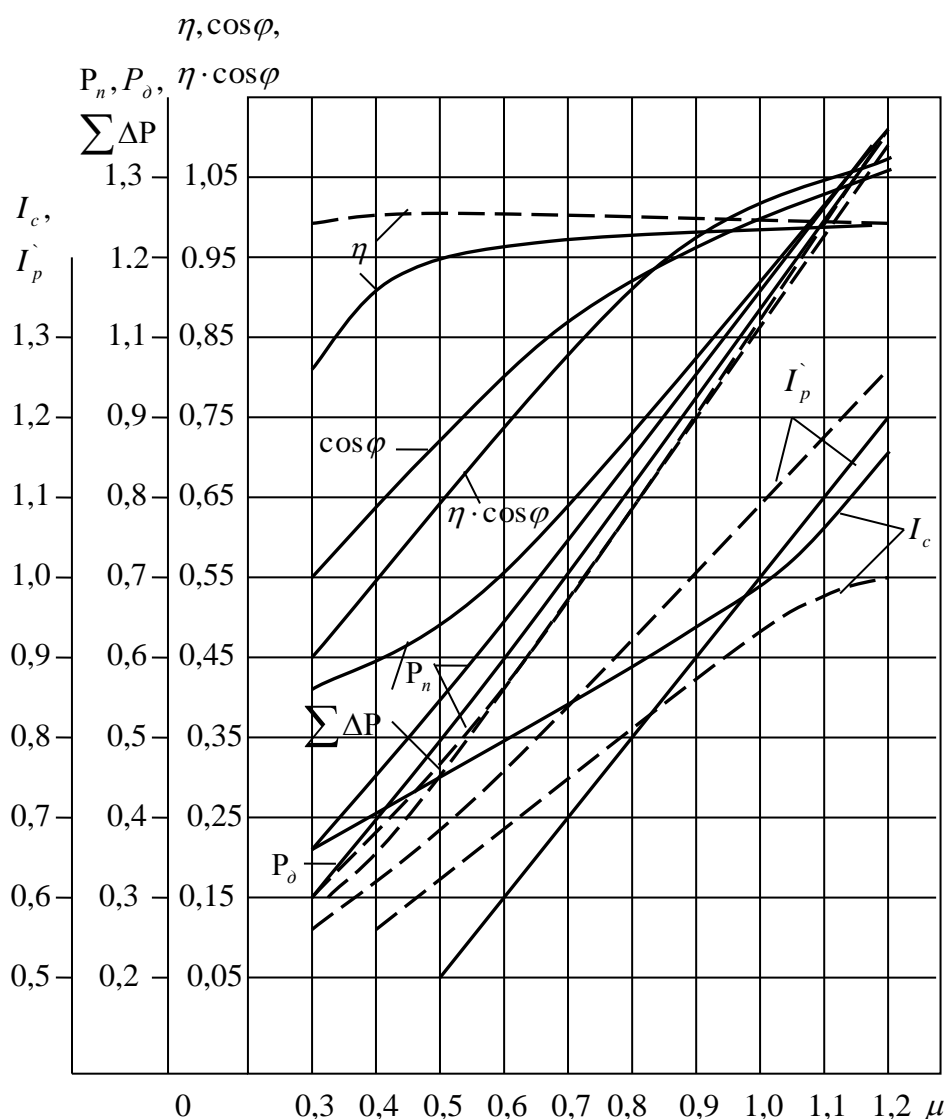
Частота билан тезлиги ростланадиган электр юритма тизимларида ишлайдиган асинхрон моторнинг қувват исрофи энг кам бўлган оптимал $\varphi = \varphi_{opt}$ режимида моторнинг ФИК $\varphi = 1$ бўлган ҳолдаги ФИК дан катта. 4А русумидаги асинхрон моторларда частота диапазони $F = 1,0 - 1,4$ бўлганда оптимал режимда ФИК $\varphi = 1$ булгандаги ФИК дан $0,25 - 0,56\%$ га катта (3.2 – расм). Частотанинг камайиши билан 4А русумидаги асинхрон моторлар учун $\varphi = \varphi_{opt}$ нинг қиймати бирга яқинлашади. Шунинг учун частота кичкина (паст) бўлган чегарада $\varphi = \varphi_{opt}$ бўлганда, ФИК $\varphi = 1$ бўлгандагига қараганда бир оз кичкина. Масалан, частота қиймати $F = 0,6 - 0,2$ бўлган ораликда $\eta = 0,04 - 0,15\%$ кичкина.

4А русумидаги моторлар учун $\varphi = \varphi_{opt}$ бўлганда частота диапазони $F = 0,2 - 1,4$ бўлганда моторнинг қуйидаги кўрсаткичлари $\varphi = 1$ дагига қараганда катта (3.2 – расм): қувват коэффиценти $0,7 - 7,9\%$; энергетик кўрсаткичи $\eta \cdot \cos\varphi = 0,1 - 6,6\%$; демак, частота билан тезлиги ростланадиган электр юритма тизимларидаги 4А русумли асинхрон моторлар учун энергетик кўрсаткичи F катталашуви билан катталашар экан.

Бошқариш частотасига қараб магнит оқимининг $\varphi = 1$ ва $\varphi = \varphi_{opt}$ қийматлари ҳам 3.2 – расмда келтирилган. Бунда частота билан тезлиги ростланадиган электр юритма тизимларида асинхрон моторнинг оптимал оқими F нинг қийматига қараб камайиш томонга ўзгаради.

3.3 – расмда 4А русумли асинхрон моторнинг оқимига қараб қурилган ишчи тавсифлари (мос ҳолда туташ ва пунктир чизиқлар) қурилган.

Юкламанинг ортиши билан роторнинг келтирилган токи амалда тўғри чизикли ўсиб боради. Бунда ўзининг ташкил этувчисининг ўсиш натижасида статор токи катталашади. Ротор ва статор тоқларининг катталашгани сабабли талаб қилинадиган қувват $P_{\text{п}}$ нинг ва йиғинди қувват исрофи $\sum \Delta P$ нинг катталашуви кузатилади, юклама катталашуви билан мотор тоқининг актив ташкил этувчиси ва актив қувватининг катталашуви сабабли қувват коэффициентини ҳам катталашади. Юклама кичкина бўлганда фойдали қувват $P_{\text{д}}$ амалда тўғри чизикли ўзгаради, талаб қилинадиган қувват эса секин ўсиб боради. Шунинг учун маълум юкламада ФИК ўзининг энг катта қийматига эришади, юкламанинг ундан кейинги катталашувида унинг катталашуви пасаяди. 3.3 – расмда оптимал режимда $\varphi = \varphi_{\text{opt}} \varphi = 1$ режимга қараганда тадқиқ қилинаётган катталиқларнинг ўзгариши келтирилган. Масалан, 4А русуми учун юклама μ 0,3 дан 1,2 гача ўзгарганда статор тоқи 2,1 – 2,9% камаяди; йиғинди қувваъ исрофи – 26,5 – 2,9; талаб қилинадиган қувват 7,7 – 2,0 гача камаяди; Юклама узгаришининг шу диапазонда қуйидагилар катталашади: $I_{\text{р}}$ – 24,6 – 6,1% га; η – 17,3 – 0,4; $\cos \varphi$ – 57,3 – 6,6; $\eta \cdot \cos \varphi$ – 66,7 – 7,7.



3.3 – расм. Частота бўйича тезлиги ростланадиган электр юритма тизимидаги 4А русумли асинхрон мотор магнит оқимининг номинал ва оптимал қийматлари учун юкланишга боғлиқлик ишчи ивқсифлари

Оқимнинг оптимал қийматини ва унинг даражасига мос келадиган бошқарувчи таъсирларни (токнинг частотаси, кучланишни, мутлоқ сирпаниш кўрсаткичлари ва б.) автоматик равишда ушлаб туриш моторда қувват исрофларини минимум бўлган режимни таъминлашга имкон беради, бунда частота билан ростланадиган электр юритманинг энергетик ва ишлатишдаги кўрсаткичлари яхшиланади.

Таҳлил частота ўзгаришининг кенг диапазонида асинхрон моторда қувват исрофлари энг кам бўлган шароитда бошқарилганда унинг

хароратини ортиши ҳам энг кичкина бўлади, уннинг мутлоқ қиймати йўл қўйиладиган ҳароратдан паст бўлади.

Демак, моторда йигинди қувват исрофи қувват минимум бўладиган магнит оқимнинг оптимал қийматини автоматик ушлаб туриш ўз навбатида моторнинг қизишини минимум бўлишини таъминлайди, бу эса фақатгина фойдали қувват коэффициентини эмас балки, моторнинг қизиши бўйича фойдали қувват захирасини ҳам ошишига шароит яратади (3.3 – расм).

Ҳисоблаш тавсифларини тажрибавий тадқиқотлардан олинган маълумотларни бир-бирига яқинлиги (3.1 ва 3.2 – расмлар, туташ ва пунктир чизиқлар) назарий таҳлил асосида олинган натижаларни ҳамда ҳисоблаш усули тўғрилигини тўла исботлади. Автоном ток инверторли ТЧУ – асинхрон мотор тизимида олинган тажрибавий маълумотлар ҳисоблаш маълумотларидан бир оз фарқ қилади, бу таъминловчи кучланиш тоқдаги юқори гармоникаларнинг мотор тавсифларига таъсири билан тушунтирилди.

Юқорида келтирилган назарий ҳоллар ва асосий катталикларни ўзгаришининг қонуниятлари ва шу жумладан, оптимал оқимни частота ва юкламага қараб узгариши автоматик бошқариш ва электр юритмани ростлаш тизимларига энергия тежайдиган режимни таъминлайдиган конкрет талабларни шакллантиради.

4. АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИНГ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАЙДИГАН ТИЗИМЛАРИ

4.1. ЧАСТОТАНИ ЎЗГАРТИРИБ ТЕЗЛИГИ РОСТЛАНАДИГАН ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМҚОР ЭЛЕКТРЮРИТМА

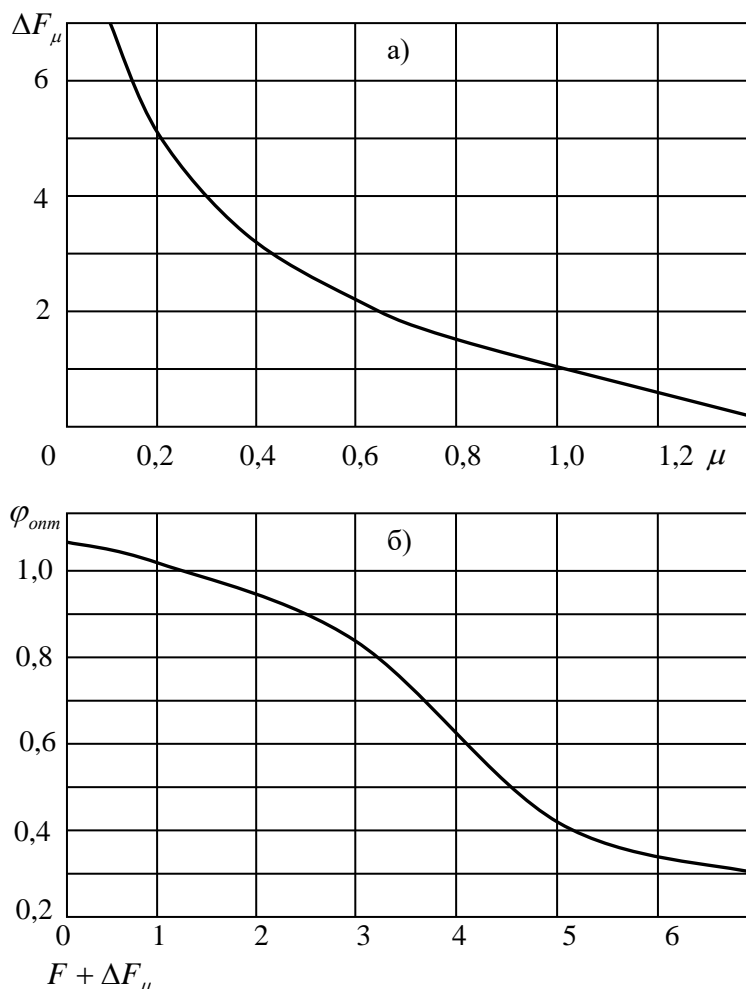
Қуйида таклиф қилинаётган [1] қисқа туташтирилган асинхрон мотор асосида қурилган минимум қувват исрофи бўйича экстремал бошқариладиган частота билан ростланадиган электр юритмадан умумсаноат тизимларида фойдаланиш мумкин.

4.1 – расмда частота билан ростланадиган электр юритманинг функционал схемаси келтирилган; 4.2 – расмда биринчи (а) ва иккинчи (б) функционал ўзгартиргичларда амалга ошириладиган боғланишлар кўриниши келтирилган.

Частота билан ростланадиган электр юритма частота статик ўзгартиргичининг чиқишига уланган асинхрон мотор М (4.1 – расм) частотани бошқарадиган блок (ЧББ) ва СЧЎ нинг мос бошқарувчи киришига уланган кучланишни бошқарадиган блок (КББ), мотор билан боғланган частота датчиги (ЧД), оқим датчиги (ОД) ва момент (МД), оптимал оқим φ_{opt} ни ҳисобловчи блок (ХБ) ва кириши оптимал оқимнинг чиқишига боғланган, чиқиш қисми эса КББ га уланган солиштириш элементи ЭС-1 дан тузилган.

Частота билан ростланадиган электр юритмада оптимал оқимни ҳисоблаш блоки ХБ функционал ўзгартгичлар биринчи ФЎ1 ва иккинчи ФЎ2 ҳамда сумматор ЭС2 лар билан таъминланган. Сумматорнинг биринчи кириш қисмига ЧД дан олинаётган берилади, иккинчи кириш қисмига эса ФЎ1 орқали МД дан олинаётган сигнал берилади ва натижавий сигнал ЭС2 нинг чиқишидан ФЎ2 орқали бошқариш учун КББ га узатилади.

келадиган ҳақиқий оқим φ сигнали билан солиштирилади. Сигналларни F ни солиштириш натижалари ЭС1 нинг чиқишидан КББ га келади.



4.2 – расм. Частота билан тезлиги ростланадиган асинхрон

электрюрита тизимида минимум ыувват исрофи бщйича оптимал бошыариладиган 4А русумли асинхрон мотор учун ΔF_μ нинг μ га (а), φ_{opt}

нинг $F + \Delta F_\mu$ га боғлиқли (б) тавсифлари

Моторда минимал қувват исрофига мос келадиган оқимнинг оптимал қиймати φ_{opt} частота F катталашуви ва юклама (момент) M камайиши билан камаяди. Бу M инг турли қйматлари учун φ_{opt} нинг боғанишини битта текис боғанишга φ_{opt} ни $(F + \Delta F_\mu)$ боғанишига бирлаштиришга имкон беради, буни битта фунуционал ўзгарткич ФЎ2 билан ΔF_μ ни μ га боғланиши эса ФЎ1 амалга оширилади.

Моторларнинг турли типлари учун олинган юқоридаги боғланишларнинг характери бир хил.

4.2 – расмда 4А русумидаги асинхрон мотор учун пўлатнинг тўйиниш ва мотор кўрсаткичларини ҳароат таъсирида ўзгаришини эътиборга олиб, аниқ ҳисоблашлар натижасида олинган ва бир қатор тажрибалар натижасида тузатилган боғланишлар тавсифлари мисоли берилган.

Шундай қилиб, частота билан ростланадиган электр юритмада оқимни оптимал даражада ушлаб туриш ва минимум қувват исрофи бўйича бошқариш ҳеч қандай мураккаб алгоритмсиз оддий функционал ўзгартиргичлар ёрдамида амалга ошириш мумкин. Натижада олдингиларга қараганда электр юритманинг контрукцияси соддалашади ва ишлашдаги пишиқлиги ортади.

4.2. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАЙДИГАН АСИНХРОН-ВЕНТИЛЛИ КАСКАД

Яхши энергетик кўрсаткичларга эга бўлган, энергия тежайдиган асинхрон-вентилли каскаддан саноат қурилмаларининг, масалан; насослар, компресорлар ва кўтарма–транспорт механизмларининг электр юритмаларида фойдаланиш мумкин.

4.3 – расмда яхшиланган энергетик кўрсаткичларга эга бўлган асинхрон-вентилли каскаднинг функционал схемаси; 4.4 – расмда эса ночизикли блоклар билан амалга ошириладиган боғланишлар келтирилган.

ночизикли блок НБ2, бу блок $\varphi_{ont} = a\varepsilon^b + c$ функциясини амалга оширади, оқим датчиги ОД ва уч киришли сумматор С лар киритилган. МД ва ОД асинхрон мотор М билан механик боғланган, ЭЮКД датчиги инвертор И нинг киришига паралел уланган. МД ва ЭЮКД ларнинг чиқишлари ночизикли блоклар НБ1 ва НБ2 ларнинг киришига уланган. Сумматор ТС нинг чиқиши тиристорли ростлагичнинг бошқариш блокнинг киришига, унинг кириши тармокка уланган.

Асинхрон вентилли каскад куйидагича ишлайди:

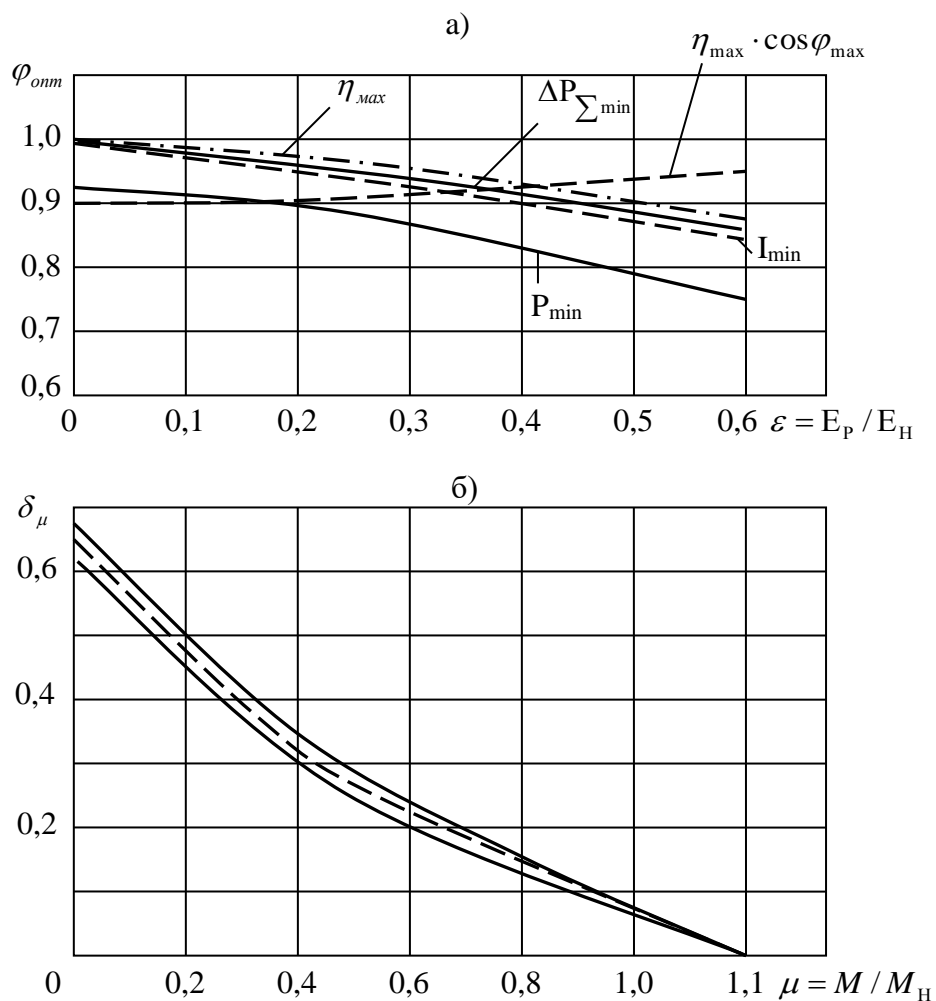
РББ дан бошқариш сигналлари келганда асинхрон моторнинг статор чулғамига таъминловчи кучланиш берилади. Моторнинг айланиш частотасини ростлаш ротор чулғамига инверторнинг тескари ЭЮК ни, ИББ сигнали бўйича киритиш билан амалга оширилади. ЭКД дан олинадиган инверторнинг тескари ЭЮК сигнали e НБ2 га келади, унда оптимал оқим сигнали φ_{ont} шаклланади. Оптимал оқим сигнали М нинг валидаги номинал юкламага мос бўлади. МД ва асинхрон мотор юклама моменти мос μ сигнали олинади ва НБ1 га келади, бу ерда моментга тузатиш сигнали δ_μ сигнали шаклланади. Сумматор С да φ_{ont} ва ДМ ҳамда асинхрон моторнинг статр ва ротор пўлатлари оралидаги магнит оқими φ_δ сигналлар солиштирилади. Сумматорнинг чиқишида $\delta = \varphi_{ont} + \delta_\mu + \varphi_\delta$ сигнали юзага келади. Бу сигнал тиристорли ростлагичнинг РББ га таъсир килади. ТКР чиқишида кучланиш сигнали δ нолга ($\delta = 0$) тенг бўлмагунча ўзгариб туради, бу эса реал юкламани эътиборга олган ҳолда, яъни $\varphi_0 = \varphi_{ont} + \delta_\mu$ оқимнинг оптимал қийматига тўғри келади. Электр юритмада НБ2 ёрдамида бошқаришнинг турли конунларини, масалан; статор токининг минимум буйича I_{\min} (4.4,а – расм), йиғинди қувват исрофининг минимуми $\Delta P_{\sum \min}$ бўйича талаб қилинадиган қувватнинг минимуми $P_{1\min}$ буйича, ФИК нинг максимуми

бўйича ва энергетик кўрсаткичнинг максимуми $\eta_{max} \cdot \cos \varphi_{max}$ бўйича бошқариш қонунларини олиш мумкин. Умумий ҳолда, НБ2 да инверторнинг кўшимча тескари ЭЮК нинг нисбий қиймати e ва моторнинг оптимал оқими φ_{opt} нинг нисбий қиймати орасида ўзаро боғланишлар йиғилади.

Бунда $\varphi_{opt} = a\varepsilon^b + c$ курилишида бўлади, бу ерда a, b, c – ўзгармас катталиклар; $\varepsilon = E_p / E_n$ – нисбий ЭЮК, E_n – инверторнинг тескари ЭЮК, E_p – ротори тормозланган моторнинг ЭЮК.

Шунга ўхшаш кўрсатилган қонунлар бўйича НБ1 ёрдамида моментга тузатиш δ_μ нинг нисбий қиймати (4.4,б – расм) орасида ўзаро боғланишни таъминлаш мумкин.

Бу $\delta_\mu = de^{t\mu} + g$ тенгламаси кўрилишида кўрсатилиши мумкин, бу ерда d, t, g – ўзгармас катталиклар.



4.4 – расм. Асинхрон-вентилли каскад тизимидаги асинхрон мотор φ_{omt} нинг ε га (а) ва δ_μ нинг μ га боғлиқлик тавсифлари (б)

4.3. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАЙДИГАН АСИНХРОН ЭЛЕКТР ЮРИТМА

Саноат ва қишлоқ хужалигининг турли соҳаларида оммавий қўлланиладиган вентиляторлар, кондиционерлар, насослар ва ҳаво ҳайдовчи (дам берадиган) ва бошқа умумсаноат механизмлари учун, халқ хўжалигида муҳим аҳамиятга эга бўлган механизмларнинг реал юкланганлигига қараб электр юритмалари тизимининг кўрсаткичларини яхшилаш экстремал бошқариладиган тежамкорлиги юқори бўлган электр юритма тизими [13] ёрдамида амалга оширилади (4.5 – расм).

Экстремал бошқариладиган асинхрон моторли электр юритма тизими куйидагиларни ўз ичига олади: статор чулғами кучланишнинг тиристорли ростлагичи ТКР нинг чиқишига уланган асинхрон мотор М, тиристорли ростлагичнинг бошқариш тизими БТ, сигналларни жамловчиси сумматор С; мотор кучланиши датчиги ҚД – бу датчикнинг чиқиш кучланиш сигнаolini дифференциаллаш блокни (ҚДБ) уланган; электр мотор қувватининг датчиги ҚД – чиқиши кўпайтирувчи блокка (КБ) уланган; шу блокка арифметик блок (АБ) нинг чиқиши ҳам уланган; КБ нинг чиқиши қувватларни дифференциаллайдиган блокка (ҚДБ) уланган; бўлиш блоки (ББ) нинг киришига дифференциаллаш блоклар ҚДБ ва ҚДБ ларнинг чиқишлари уланган, ББ нинг чиқиши С нинг киришларидан бирига уланган.

Асинхрон электр юритмалар ўзгариб турадиган юклама билан ишлаганида исроф бўладиган электр энергиясини камайтириш мотор статорига бериладиган кучланишни юклама ёки ток функциясида ростлаш билан амалга оширилади.

Электр мотор М ишлаб турганида ҚД ва ҚД датчиклари чиқишларида сигналлар ажралади. Кучланиш датчиги ҚД нинг сигнали дифференциаллаш блоки ҚДБ га келади, бу ерда уни вақт бўйича дифференциаллаш бажарилади. ҚД нинг сигнали кўпайтирувчи блок КБ да $(1 - \eta_n)$ катталигига мутаносиб булган сигналга кўпайтирилади ва арифметик блок АБ дан олинади, КБ нинг чиқишида электр моторнинг йиғинди қувват исрофи (ΔP) га мутаносиб бўлган сигнал оламиз, йиғинди қувват исрофи электромагнит ва механик қувват исрофлардан иборат.

мотор валидаги юклама турли қийматда бўлганида моторни ростлашнинг экстремал зонасида ишлашини таъминлайди.

Шундай қилиб, экстремал бошқариладиган асинхрон электр юритма тизими юклама даражаси турлича бўлганда моторда йигинди қувват исрофи минимум бўлишини таъминлайди. Бу электр юритманинг ФИК ни анчагина катталашувига ва моторнинг ўрнатилган қувватидан эффектив фойдаланишга олиб келади. Бундай юритмаларнинг эса бурчак тезлиги ростланмайдиган ва ўзгармас частотада ишлайдиган механизмлар учун қўлланилиши энергетик кўрсаткичларини ошишига олиб келади.

Автоматлаштирилган электр юритмаларнинг юқорида кўриб чиқилган энергия тежайдиган тизимлари (4.1, 4.3, 4.5 – расмлар) узоқ давом этадиган ишлаш режимида ишлайдиган юқори энергетик кўрсаткичларига эришиши муҳим бўлган металлургия, машинасозлик ва тўқимачилик саноатларининг бир қатор технологик машина ва механизмларида кенг қўлланиши мумкин.

5. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ЭЛЕКТРЮРИТМАЛАРНИНГ ТАЖРИБАВИЙ ТАДҚИҚОТЛАРИ

5.1. ЧАСТОТАНИ ЎЗГАРИТИРИБ ТЕЗЛИГИ РОСТЛАНДИГАН ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ЭЛЕКТРЮРИТМАНИНГ ТАЖРИБАВИЙ ТАДҚИҚОТЛАРИ

Автоматлаштирилган электр юритма тизимларининг энергия тежамкорлик режимида ишлай олиш қобилиятини исботлаш мақсадида олиб борилган тажрибавий тадқиқотларнинг натижалари келтирилган [8, 10, 15]. Частота билан ростланадиган электр юритманинг кенг тажрибавий макетида ўтказилган тадқиқотда ижро мотори сифатида қуввати 1,1 кВт бўлган асинхрон мотордан, юклама сифатида ўзгармас ток

генераторидан фойдаланилди. Экстремал юлшқаришни амалга оширадиган тескари алоқаларни улаш, узиб қўйиш учун тумблердан фойдаланилди..

1. Номинал юклама учун, таъминловчи кучланиш частотасини ростлаб (частотанинг статик ўзгартгичининг киришида топширик кучланишини ростлаб) тизимнинг тескари алоқаларини улаб (тумблернинг 2 – ҳолати) ва узиб (тумблерларнинг 1 – ҳолати), қуйидагилар ўлчанди: кучланиш U_{df} , талаб қилинадиган қувват P_{nf} , моторнинг тезлиги ω_{df} шунингдек, мотордаги қувват исрофи ΔP_{df} ва ФИК қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$\Delta P_{df} = P_{nf} M_{df} \omega_{df}; \eta_{df} = \frac{M_{df} \omega_{df}}{P_{nf}},$$

бу ерда M_{df} – моторнинг валидаги момент, ўлчанган ва ҳисобланган катталиклар 5.1, 5.2 – жадвалларга киритилди.

5.1 –

жадвал

Частота, Гц						10
Катта ликлар	U_{df} ,В	P_{nf} ,Вт	ω_{df} , с ⁻¹	ΔP_{df} ,Вт	η_{df} ,%	
$\varphi = 1$	54,3	375	21, 9	211,6	43,6	
φ_{opt}	58,1	378, 1	201, ,3	201,3	46,7	
Частота, Гц						30
$\varphi = 1$	136, 9	889,3	8 4,7	258,1	71,0	

φ_{onm}	146,	894,4	8	253,1	71,7
	3		6,1		
5.2					–
жадвал					
Частота, Гц			50		
$\varphi = 1$	220	1408,	1	309,7	78
		8	47,5		
φ_{onm}	230	1414,	1	308,6	78,2
		3	48,4		
Частота, Гц					
Частота, Гц			70		
$\varphi = 1$	302,	1831,	2	364,6	81,1
	7	6	10,3		
φ_{onm}	300	1930	2	364,4	81,2
			10,1		

2. Ўзгармас ток генератори қўзғатиш токини ўзгартириб, моторнинг юкламаси номинал қийматидан 0,6 номиналгача камайтирилди. Юкламанинг янги қиймати учун юқорида келтирилган катталикларнинг қийматлари ўлчанади ва ҳисобланади (5.3 ва 5.4 – жадваллар).

Юқорида келтирилган 5,1, 5.2, 5.3, 5.4 – жадваллардан оптимал бошқаришда ФИК нинг яхшиланиши кўриниб турибди.

5.3-Жадвал

Частота, Гц			10		
Катталиклар	U_{df} , В	P_{nf} , Вт	ω_{df} , с ⁻¹	ΔP_{df} , Вт	η_{df} , %

$\varphi = 1$	54,3	296,6	25, 8	104 ,7	6 4,3
φ_{onm}	52,2	292,4	25, 3	103 ,3	6 4,7
Частота, Гц 30					
Катталикла р	U_{df} , В	P_{nf} , В т	ω_{df} , с ⁻¹	ΔP_{df} , Вт	η_{df} , %
$\varphi = 1$	136,9	306,5	88,6	14 5,8	8 1,9
φ_{onm}	126,8	793,6	87,4	14 1,7	8 2,1
5.4-Жадвал					
Частота, Гц 50					
Катталикла р	U_{df} , В	P_{nf} , В т	ω_{df} , с ⁻¹	ΔP_{df} , Вт	η_{df} , %
$\varphi = 1$	220	1326	151, 4	11 96,8	7 8
φ_{onm}	193,4	1301	149, 4	18 6,9	7 8,2
Частота, Гц 30					
Катталикла р	U_{df} , В	P_{nf} , В т	ω_{df} , с ⁻¹	ΔP_{df} , Вт	η_{df} , %
$\varphi = 1$	302,7	1831, 6	21 0,3	364,6	8 1,1
φ_{onm}	300	1930	21 0,1	364,4	81,2

Минимум қувват исрофи режими амалга оширилган электр юритма асинхрон моторнинг минимал қизишини ва юритманинг турғун ишлаш режимини ҳам таъмиилайди.

5.1 – расмда электр юритма тизимини ишчн ҳолатидан оптимал ҳолатга ўтишининг осциллограммаси келтирилган; бунда бошқариш сигнали манфий қийматга $U_6 < 0$ эга. Юкланган моторнинг анъанавий ишчи ҳолатидагн фаза кучланиши қиймати буйича оптимал ҳолатдагидан катта $U_\phi > U_{\phi\text{опт}}$. Осциллограммалар $F=1$ ва лентанинг тезлиги $V = 150\text{мм/с}$ да олинган.

5.1-расм. Бошқарув сигнали манфий қийматли частотаси ростланадиган электр юритманинг энергия тежамкор иш режимлари осциллограммалари.

Ишчи режимнинг берилганлари:

$U_\phi = 220\text{В}; I_\phi = 1,75\text{А}; U_0 = 16,7; U_{\text{топ}} = 1,95\text{В}; U_{\text{дп}} = 4,3\text{В}; U_6 = -1,4\text{В};$

Оптимал режимнинг берилганлари:

$U_\phi = U_{\phi\text{опт}} = 184\text{В}; I_\phi = 1,58\text{А}; U_0 = 158\text{В}; I_0 = 16,2\text{А}; U_{\text{топ}} = 3,35\text{В}; U_{\text{дп}} = 3,42\text{В};$

$U_6 = 0,4\text{ В}.$

Частота билан ростланадиган электр юритманининг бошқариш сигналининг қиймати манфий бўлганида энергия тежайдиган режимда ишлашини исботлайдиган осциллограммага тўхталамиз.

Электр юритма тизимининг ишчи ҳолатдан оптимал ҳолатга ўтиши осциллограммаси (5.2 – расм), бунда бошқариш сигнали мусбат қийматга $U_6 > 0$. Бу ҳолда юкланган моторнинг ишчи ҳолатида фаза кучланиши қиймати буйича оптимал ҳолатдагидан кичкина $U_\phi < U_{\phi\text{опт}}$,

5.2 – расм. Бошқарув сигнали мусбат қийматли частотаси ростланадиган электр юритманинг энергия тежамкор иш режимлари осциллограммалари

Ишчи режимнинг берилганлари:

$$U_{\Phi} = 160\text{В}; I_{\Phi} = 1,63\text{А}; U_0 = 143\text{В}; I_0 = 17,1\text{А}; U_{\text{топ}} = 3,9\text{В}; U_{d0} = 2,9\text{В}; U_{\text{с}} = 0,55\text{В};$$

Оптимал режимнинг берилганлари;

$$U_{\Phi} = U_{\text{фонг}} = 184\text{В}; I_{\Phi} = 1,58\text{А}; U_0 = 158\text{В}; I_0 = 16,2\text{А}; U_{\text{дп}} = 3,42\text{В}; U_{\text{с}} = 0,$$

Юқорида келтирилган осциллограммалардан кўринадикки, ишчи ҳолатида асинхрон моторнинг қисмларидаги кучланишлар U_{Φ} , $U_{\text{фонг}}$ қийматидан қатъий назар статор токи автоматик равишда ўзининг минимал қиймати даражасида ушлаб турибди, демак берилган нуқтада амалда электромагнит исрофи минимум бўлишига эришилади, бу шароитда моторнинг ФИК максимал қийматга эришади. Частотали электр юритманинг ушбу тизими асинхрон моторнинг ФИК максимум бўлишини исталган частотада ва юкламанинг исталган қийматида таъминлайди, шунинг учун уни адаптив бошқариш тизими деса ҳам бўлади.

Частота билан ростланадиган электр юритмани бошқариш сигнали мусбат қийматли бўлганда энергия тежамкорлиги режимида ишлашини исботлайдиган осциллограмма келтирилган.

Бу ерда автоматик ростлаш тизимида эгри чизиқликнинг диод-резисторли блоклари ёрдамида амалга ошириладиган функционал ўзгартиргичлардан оптималлайдиган қурилма сифатида фойдаланилган. Лозим бўлганда АРТ элементларини сошлаш йўли билан кўрсаткичларини ростлаш мумкин.

Асинхрон электр юритма частота ўзгаришининг кенг диапазонида энг кам қувват исрофи бўйича бошқарилса, моторнинг ҳарорати ортиши ҳам минимум бўлади, унинг мутлоқ қиймати йўл қўйиладиган қийматдан бир оз кичкина бўлишини кўрсатади.

Демак, магнит оқимининг электромагнит қувват исрофи минимум бўладиган оптимал қийматини автоматик равишда ушлаб туриш, ўз навбатида моторнинг минимал қизишини таъминлайди ва частота ўзгаришининг кенг диапазонида на фақат ФИК ниғина эмас балки, фойдали қуввати захирасининг катталашувига ҳам шароит яратади. Частота билан ростланадиган автоматлаштирилган электр юритма тизимларида ўтказилган назарий ва тажрибавий тадқиқотлар, минимум қувват исрофи бўйича оптимал бошқарилганда мотор қароратининг ортиши оқим номинал $\varphi = 1$ бўлгандагига қараганда 7 – 12% кам бўлишини кўрсатади.

Асинхрон моторнинг қизиш бўйича захирасининг мавжуд бўлиши электр юритманинг пишиқлиги ортишига ва электр моторларнинг қуввати бўйича оптимал фойдаланишга имкон яратади.

5.2. УМУМСАНОАТ ЭЛЕКТРЮРИТМАЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР КОНТРОЛЛЕРЛИ АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМАЛАРНИНГ ТАЖРИБАВИЙ ТАДҚИҚОТЛАРИ

Ҳозирги замон энергетика кризиси шароитида ишлаб чиқариш қурилмаларининг автомалаштирилган электр юритмаларини ишга тушириш, тормозлаш, тезликни ва моментни ростлаш каби ананавий функцияларидан ташқари, қўшимча, лекин ҳозирда энг муҳим бўлган функция – энергияни тежаш функцияси ҳам юклатилади. Бу муҳим функция амалга оширилса, электр юритма тизими электр моторнинг валидаги юклама салт ишлашидан то номиналгача бўлган кенг диапазонда ўзгарганда, у юқори техник-иқтисодий ва энергетик кўрсаткичларга эга бўлади.

Кўпчилик машина механизмларининг (вентиляторлар, насос агрегатлари, компресорлар, ҳаво ҳайдагичлар ва б.) асинхрон электр юритмалари доимо юкланган ҳолда ишлайди, статик маълумотлар шуни

кўрсатадики, уларнинг ўртача юкламалари номинал юкламанинг 30 – 60% га яқинини ташкил қилади, электр моторларнинг шунда йиллик ишлаш соати ўртача 1500 соат бўлади.

Моторларнинг ўрнатилган қувватидан тўла фойдаланилмаслик ёки уларнинг қувватларини асоссиз ошириш, шунингдек, қўшимча операциялар вақтида электрмоторнинг кам юклама билан ишлаши электр юритмаларнинг энергетик кўрсаткичларини анчагина пасайишига олиб келади.

Ишлаб чиқариш механизмларининг асинхрон электр юритмаларини кам юклама билан ишлаши уларнинг ўрнатилган қувватидан тўла фойдаланилмасликка, мотор талаб қиладиган актив ва айниқса реактив қувватларининг асоссиз ортиқча сарфланишига, қурилманинг энергетик эффективлигини пасайишига ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулот бирлигига сарфланадиган электр энергиясининг катталашувига олиб келади.

Ўзгарувчан токнинг асинхрон моторли электр юритмаларнинг ўрнатилган қувватларидан эффектив фойдаланиш ва уларнинг энергетик кўрсаткичларини яхшилаш учун, шунингдек, электр мотор талаб қиладиган қувватни асоссиз ортиқча сарфланишини йўқотиш (камайтириш) мақсадида оммавий қўлланиладиган ростланмайдиган асинхрон электр юритмалар, частота билан тезлиги ростланадиган автоматлаштирилган электр юритма ва асинхрон-вентилли каскадлар учун энергия тежайдиган янги контроллер таклиф қилинган. Таклифлар “ноу хау”, муаллифлик гувоҳномалари ва Россия ва Ўзбекистон патентлари билан ҳимояланган. (133961, 1603519, 4609 ва б).

5.3. УМУМСАНОАТ АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМАЛАРИДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИККА ЭРИШИШНИНГ ФИЗИК АСОСЛАРИ

Қуйилган масаланинг ҳал қилишнинг физикавий асоси асинхрон мотор учун қуйидаги ифоданинг минимумини таъминлаш ҳисобланади, яъни:

$$\frac{di}{d\gamma} = 0, \quad (5.1)$$

бу ерда: $i = \frac{I}{I_H}$ – статор чулғамининг нисбий токи, I ва I_H – статор токининг ҳақиқий ва номинал қийматлари, $\gamma = \frac{\Phi}{\Phi_H}$ – моторнинг ҳаво оралиғидаги нисбий оқим, Φ ва Φ_H – магнит оқимнинг ҳақиқий ва номинал қийматлари.

Моторнинг ҳақиқий юкланганлик диалазони (0,3 – 1.0) P_H чегарасида ётади: бу ерда P_H – м оторнинг номинал қуввати.

Магнитланиш эгри чизиғидан маълумки, магнитланиш тавсифнинг бу қисми чегарасида у тўғри чизиқли деб олиш мумкин, яъни:

$$\Phi = f(u) \cong kU.$$

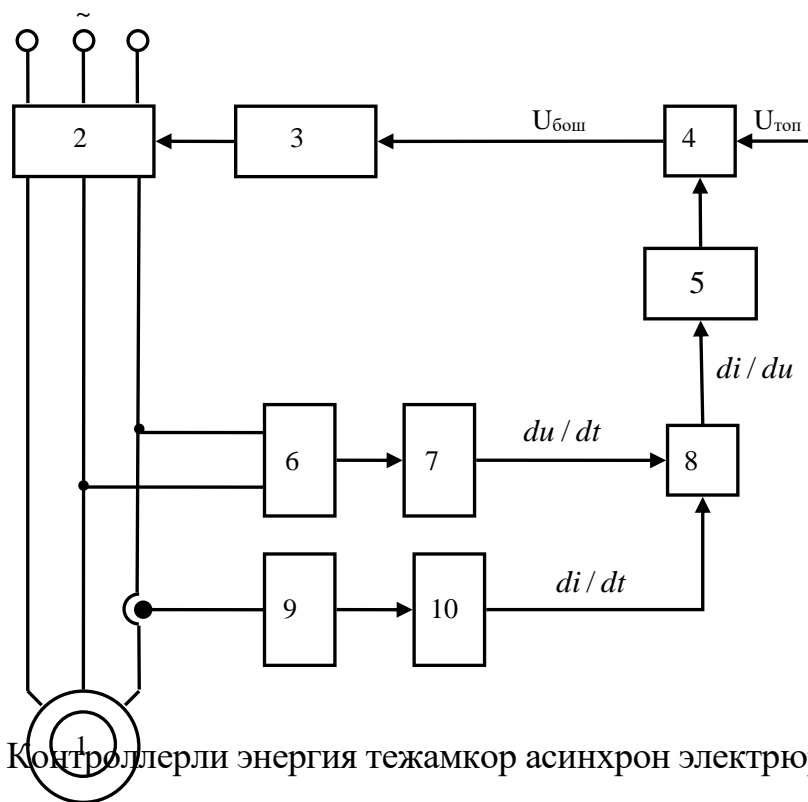
Унда (5.1) тенгламадаги оқим ҳеч қандай зарарсиз кучланиш билан алмашпирилади, яъни:

$$di / du, \quad (5.2)$$

бу ерда, $u = \frac{U}{U_H}$ – моторнинг нисбий кучланиши.

5.4. УМУМСАНОАТ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМА

Энергия тежайдиган контроллерли асинхрон электр юритма 5.3 – расм) куйидагича ишлайди. Сумматор (жамловчи) 4 нинг биринчи киришига топшириқ игнали $U_{\text{топ}}$ берилади (ушбу ҳолда ўзгармас токнинг ростланадиган кучланиши) асинхрон мотор 1 нинг ишга тушиб кетиши вақтида электр юритма токнинг минимуми билан ишлаш режими кўзда тутилмаганлиги учун хотира блоки 5 берк ҳолатда бўлади ва тиристорнинг бошқариш блоки 3 нинг киришига жамловчи 4 нинг чиқишидан $U_{\text{д}} = U_{\text{топ}}$ сигнали берилади. Бу куч тиристорлари блоки 2 да $U_{\text{мах}}$ шаклланишга мос келади, бу кучланиш мотор 1 нинг кучланиши $U_{\text{У}}$ га тенг. Мотор 1 ишга тушиб бўлгандан куч тиристорлари блоки 2 нинг чиқишида кучланиш мотор 1 нинг юклама токи бўйича бевосита ток датчиги 9 орқали ростланади. Сигнал ток датчиги 9 дан токни дифференциалловчи блок 10 га узатилади, у ерда бу сигнал вақт бўйича дифференциалланади, яъни di/dt сннали ҳосил бўлади ва бу сигнал блок блоки 8 нинг биринчи киришига узатилади, бўлиш блоки 8 нинг иккинчи киришига кучланишни дифференциаллаш блоки 7 дан олинадиган вақт бўйича дифференциалланган сигнал du/dt юборилади. Бўлиш блоки 8 да бўлиш амали бажарилади ва унинг чиқишида di/du ҳосил бўлади.

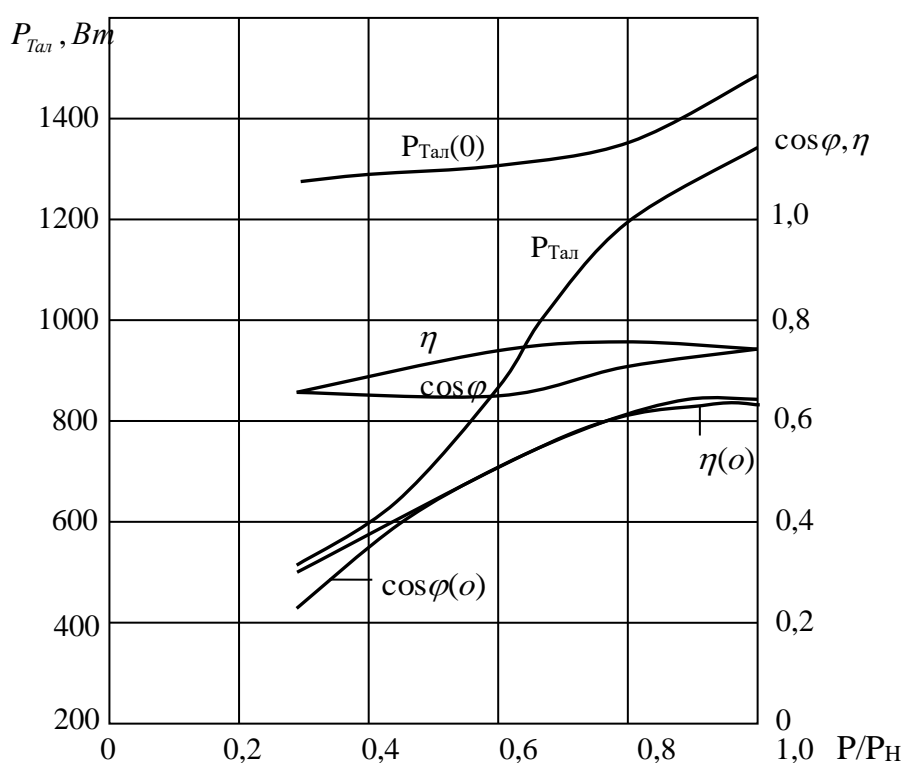


5.3 – расм. Контроллерли энергия тежамкор асинхрон электрюритманинг блок схемаси

Бу сигнал жамлагич 4 нинг иккинчи киришига хотира блоки 5 орқали берилади. Хотира блоки ҳисоб – калитли режимда ишлайди, яъни уни чиқишида сигнал бор бўлса, 5 блокда ҳозирги ва олдинги сигналларнинг di/du қийматларини солиштириш амали бажарилади, ва минимум шarti бажарилган вақт моментидa $di/du = 0$ хотира блок 5 нинг чиқишида di/du нинг олдинги қиймати маҳкамланиб қолади, бу эса юкланганлигига қараб мотор 1 га кучланишнинг оптимал қийматини беради.

5.5. УМУМСАНОАТ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ЭЛЕКТРЮРИТМА ИШ РЕЖИМИНИНГ ТАЖРИБАВИЙ НАТИЖАЛАРИ

5.4 – расмда ростланадиган кучланиш манбаидан таъминланадиган, энергия тежайдиган контроллерли 4А71В4У3 маркали асинхрон моторнинг талаб қиладиган қуввати $P_{\text{Тал}}$, $\Phi ИК - \eta$; қувват коэффициентлари $\cos \varphi$ ларнинг ўзгаришининг тажрибадан олинган эгри чизиклари келтирилган.



5.4 – расм. Энергия тежамкор асинхрон электрюритманинг ишчи тавсифлари

5.4 – расмда мотор энергетик кўрсаткичлари индексида (о) – белгиси бўлган кўрсаткичлар асинхрон моторнинг тўғридан-тўғри тармоққа уланган ҳолда олинган ва шунингдек бундай индексли бўлмаган энергетик кўрсаткичлар эса асинхрон мотор кучланиш ростлагичи орқали тармоққа уланган ҳолдаги кўрсаткичлар.

Моторнинг юкламаси номиналга нисбатан 30% дан 100% гача ўзгарганда унинг талаб қиладиган қуввати $P_{\text{тал}}$ 55% дан 8% гача камаяди, мос холда ФИК; 2,1 дан 1,1 мартагача; ва қувват коэффиценти 1,7 дан 1,08 гача катталашади. Бундай ўзгаришлар моторнинг ўша параметрларида; лекин у ростланмайдиган кучланиш манбаидан таъминланганда олинди.

Шундай қилиб, энергия тежайдиган қурилмали асинхрон электр юритма асинхрон моторнинг энергетик кўрсаткичларини анчагина катталаштиради ва бу унинг ишлаш муддатини узайишига шароит яратади.

5.6. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМЛОВЧИ КОНТРОЛЛЕРЛИ АСИНХРОН ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИНГ ҚЎЛЛАНИШ СОҲАЛАРИ ВА ЖОРИЙ ҚИЛИШНИНГ ИҚТИСОДИЙ НАТИЖАЛАРИ

Ўзгармас тезликда ишлайдиган вентиляторлар, насос агрегатлари, компрессор қурилмалари, дудбурунлар ва бошқа оммавий қўлланадиган механизмларнинг электр юритмаларининг энергетик кўрсаткичларини яхшилаш катта аҳамиятга эгадир.

Ўзбекистонда 1300 дан ортиқ насос станциялари ва 9000 дан ортиқ вертикал дренаж қудуқлари мавжуд бўлиб, уларнинг ўрнатилган қувватлари 1 миллион 40 минг кВт ва уларнинг электр тармоғидан бир сезонда (3 – 5 ой) талаб қиладиган электр энергияси 4 миллиард 522 миллион 80 минг кВт.соатни ташкил қилади.

Агар энергия тежайдиган қурилма қўлланганда тежалган электр энергияси уртача 30% ни ташкил қилса, унда бутун соҳалар бўйича республиканинг қишлоқ хўжалигини сув билан таъминлаш учун йилига 1 млрд 359 млн 84 минг кВт.соат энергия тежалган бўларди.

5.7. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР КОНТРОЛЛЕРИ АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМАНИНГ ТАЖРИБАВИЙ НАМУНАСИНИ ТАЙЁРЛАШ

Қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторни бошқариш учун оптронларда қуввати 30 кВт гача ва тиристорларда қуввати 160 кВт бўлган энергия тежайдиган контроллерда бошқариладиган асинхрон электрюритманинг макети намунаси тайёрланди. контроллер МДХ корхоналарида ишлаб чиқарилган элементлар асосида йиғилиб, энергия тежайдиган блокнинг ўлчамлари 150x150x100 мм, қуввати 30 кВт, лозим бўлганда, буюртмачининг талаби бўйича қуввати 500 кВт ва ундан юқори, паст ва юқори кучланишли электрюритмалар учун бундай қурилмаларни тайёрлаш мумкин.

Энергия тежайдиган контроллер бир қатор қуйидаги функцияларни таъминлайди:

- юклама қийматига қараб статор чулғами кучланиши қийматини статор токини оптималлаш билан, узгаришини;
- ишга туширишда кучланишни нолдан номиналгача текис ўзгартиришни;
- электр моторни тармоқдан узиб ҳимоялашни;
- катта токни таъминловчи тармоқ томонидан ва мотор томонидан фазалардан бири узилиб қолишидан;
- қурилманинг чиқишида ёки моторда бўладиган турғун қисқа туташишлардан;
- ишга тушириш токига яқин токни узоқ вақт ўтишидан (мотор айланиб кетмайди);
- ишчи режимда ток бўйича моторнинг узоқ вақт ўта юкланишидан;
- электр моторни ўта қизишидан (ичига ўрнатилган харорат датчиги ҳимояси мавжуд бўлганда);
- ҳимоя ишлаганлигини маълум қилиш ҳар бир фазада таъминлаш борлигини;

- электр моторни ишга тушириш токини $(1 - 7) I_N$ ростлаш диапазонида чегаралаш;

- ҳимоя аппаратларининг ишлашини қайта созлаш имкониятини.

Ўзгарувчан юклама билан ва кичкина юклама билан ишлайдиган моторли юритмаларда контроллердан фойдаланиш энг юқори самара беради.

Ишга тушириш режими қийин бўлганда ва текис ишга тушириш лозим булганда контроллерни қўллаш куйидагиларга имкон беради:

- юкламага қараб электр моторнинг истеъмол қиладиган электр энергиясини камайишини, бу ўртача 30 – 40% ни ташкил қилади (бу ерда ўртача тўла қувват $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ эътиборга олинади);

- электр моторга иссиқлик таъсирини камайтиришни;

- электр моторнинг ишлаш муддатини оширишни;

- ишга туширишда моторга зарбли механик таъсирларни йўқотишни.

5.8. ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТИДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР КОНТРОЛЛЕРЛИ АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМАНИ СИНОВДАН ЎТКАЗИШ

Контроллернинг тайёрланган тажрибавий макети намунаси Ўзбекистон металлургия заводида ҳавони қиздирувчи қурилмалар ҳамда вентилятор ва компрессор юритмаларида синовдан ўтказилди. Бунда асинхрон моторнинг талаб қиладиган тўла қуввати ўртача 35% га камайди. Кучланишни тиристорли ўзгартгичнинг катта токли қисми қарама-қарши уланган тиристорлардан иборат бўлди. Бундан ташқари, нефт ва газ қазиб чиқариш ва уларни узатиш объектларининг насос агрегатларида муваффақиятли синовдан ўтиб, ўртача 40 – 45% энергия тежамкорлигига эришилди.

5.9. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР КОНТРОЛЛЕРЛИ АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМАНИ ЯРАТИШ УЧУН САРФ БЎЛАДИГАН ХАРАЖАТЛАР ВА УЛАРНИ ҚОПЛАШ МУДДАТИ

Энергия тежайдиган контроллернинг оптималлаштирилган блокини мавжуд бўлган кучланишнинг андозавий тиристорли ростлагичларининг бошқариш тизимига қўшимча равишда улаш мумкин.

Бунда оптималлайдиган блок билан бошқариш тизимининг таҳлилий баҳоси катта токли блоклар баҳосининг 50% ини ташкил қилади.

Энергия тежайдиган контроллернинг харажатларини қоплашининг таҳминий муддати, моторнинг қувватига қараб 4 – 6 ойгача боради. Электр моторнинг қуввати катталашуви билан энергия тежайдиган контроллерни энергия тежаш самарадорлиги ошиб боради.

5.10. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР КОНТРОЛЛЕРЛИ АСИНХРОН ЭЛЕКТРЮРИТМАНИНГ ТАЖРИБАВИЙ САНОАТ ПАРТИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ ТАШКИЛ ҚИЛИШ ВА СЕРИЯЛИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

Замонавий элементлар базасида (рақамли микропроцессорли элементлар) йиғилган энергия тежамкор контроллерни оммавий қўлланиладиган, қуввати 0,6 кВт дан 500 кВт ва ундан катта асинхрон моторли электрюритмалар учун, олдинига тажрибавий саноат партиясини, сўнгра серияли ишлаб чиқаришни ташкил қилишни амалга ошириш мумкин.

Шу билан бир қаторда тезлиги частота билан ростланадиган асинхрон электр юритмага ва асинхрон-вентилли каскад учун қўлланадиган энергия тежайдиган контроллерларни ишлаб чиқаришни ташкил қилиш мумкин.

Умумжаҳон энергетика кризиси ва энергия ташувчиларнинг баҳоси узлуксиз ўсиб боришини эътиборга олганда, электр энергияни энергия

тежамкор автоматлаштирилган электрюритмалар воситасида тежаш масаласи биринчи даражали вазифадир.

Энергия тежамкор автоматлаштирилган электрюритмаларга бугунги кунда ва келажакда нафақат МДХ мамлакатларида, балки ривожланган, жумладан, Европа эҳтиёж катта бўлади.

Фойдаланилган адабиётлар руйхати

1. А.с. 1339861. Частотно-регулируемый электропривод. Хашимов А.А, Гробер Д.А., опубл. в Б.И.,1987г. №35.
2. А.с. 1603519. Асинхрон-вентильный каскад. Хашимов А.А., Николаев Н.А., опубл. В Б.И. 1990, №31.
3. Ильинский Н.Ф.,Рожанковский Ю.В.,Горнов А.О. Энергосбережение в электроприводе. М.: Высшая школа,1989.
4. Кононенко В.В., Шихин А.Я. Экономия электроэнергии на строительстве. М.: Высшая школа. 1990.
5. Патент РУз №4609, Асинхронный электропривод. Хашимов А.А, ИмамназаровА.Т. Опубл.1998г.
6. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Кн. 4. М. Энергоатомиздат. 1991.
7. Российский патент №2069032. Асинхронный электропривод с экстремальным управлением. Хашимов А.А, ИмамназаровА.Т. Сабиров Ш.Н. Опубл.1996г.
8. Хашимов А.А. Основы энергосберегающего электропривода. Т.: ТГТУ, 2000.
9. Хашимов А.А. Режимы работы частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. Ташкент: ФАН, 1987г.
10. Хашимов А.А. Специальные режимы частотно управляемых асинхронных электроприводов. М. Энергоатомиздат. 1994.
11. Хашимов А.А. Энергосберегающие системы автоматизированого электропривода переменного тока. Электротехника, №11, 1995, с. 34-39.
12. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. Энергосбережение средствами автоматизированного электропривода. В мат. респ научно-техн. конференция по экономии энергии и ресурсов. Ташкент, ТГТУ, 1999.

13. Хашимов А.А.,Имамназаров А.Т. О необходимости энергосбережения в электроприводах. В мат. Международная научно-техническая конференция пос.70-летию ТГТУ, Ташкент,1999г.

14. Эффективное использование электроэнергии. Под. Ред. К. Смита. М.: Энергоиздат. 1981.

15. Khfshimov A. Agtw energy saving controller for electric motor systems. 3rd ynternational symposium on advanced Electromechanical Vjtion Systems. Patras, 1999.