

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН
ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
DSc 03/10.12.2019. Т. 03.03 ИЛМИЙ КЕНГАШ**

БУХОРО МУҲАНДИСЛИК – ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ПАНОЕВ АБДУЛЛО ТИЛЛОЕВИЧ

**ТЎҚИМАЧИЛИК КОРХОНАЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛАЁТГАН
АСИНХРОН МОТОРЛАРДА ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС ТЕЖАШ**

**05.05.02–Электротехника.Электр энергия станциялари, тизимлари. Электротехник
мажмуалар ва қурилмалар.**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical
sciences**

Паноев Абдулло Тиллоевич

Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган асинхрон моторларда энергия ва
ресурс тежаш3

Паноев Абдулло Тиллоевич

Энерго и ресурсосбережение в асинхронных двигателях текстильной
промышленности.....23

Panoev Abdullo Tilloevich

Energy and resource saving on asynchronous motors used by textile
enterprises.....43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....46

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН
ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
DSc 03/10.12.2019. Т. 03.03 ИЛМИЙ КЕНГАШ**

БУХОРО МУҲАНДИСЛИК – ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ПАНОЕВ АБДУЛЛО ТИЛЛОЕВИЧ

**ТЎҚИМАЧИЛИК КОРХОНАЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛАЁТГАН
АСИНХРОН МОТОРЛАРДА ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС ТЕЖАШ**

**05.05.02– Электротехника. Электр энергия станциялари, тизимлари.
Электротехник мажмуалар ва қурилмалар.**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида №В2019.1.PhD/Т412 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Бухоро муҳандислик-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз тилида (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Пирматов Нурали Бердиёрович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Ишназаров Ойбек Хайруллаевич
техника фанлари доктори, профессор

Таслимов Абдурахим Дехканович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат транспорт университети

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc 03/10.12.2019. Т. 03.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «16» декабр соат 13⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2.Тел.: (+99871) 246-46-00; факс: (+99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

Диссертацияси билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин 188 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2.Тел.: (+99871) 246-03-41.

Диссертация автореферати 2020 йил «04» декабр да тарқатилди.

(2020 йил «4» декабр даги №15 рақамли реестр баённомаси).



Қ.Р. Аллаев
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси
техника фанлари доктори, профессор, академик

О.З. Тоиров
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби в.в.б.
техника фанлари доктори, профессор

М.И. Ибадуллаев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар раиси,
техника фанлари доктори, профессор

Кириш (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда тўқимачилик саноати тизими самарадорлигини оширишда тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарини эксплуатация қилиш жараёнида энергия ва ресурс тежамкорлик асосида бошқариш усулига ва сифатли махсулот ишлаб чиқаришни аниқлашга алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатларда « ... электрэнергияси истеъмоли режимларини бошқариш самарадорлиги бошқарув тизими инфратузилмасида қўлланилаётган техника ва янги технологиялар даражасига боғлиқ бўлганлиги ва энергия самарадорликни таъминлашда турлича ёндашувлар мавжуд»¹. Бу борада, жумладан янги технологияларни ишлаб чиқишда дастгоҳлардаги ишларнинг таранглик кучи таъсирини ҳисобга олган ҳолда тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарини бошқаришда корхонада энергия ва ресурс тежамкор ҳамда сифатли махсулот ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарини эксплуатация қилиш жараёнида энергия ва ресурс тежамкор усуллар орқали бошқариб, сифатли махсулот ишлаб чиқариш борасида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан тўқув дастгоҳларини янги технологияларни қўллаб бошқаришда энергия ва ресурс тежаш ҳамда сифатли махсулот ишлаб чиқиш, асинхрон моторларни частотавий росталаш қонунларини такомиллаштириш, бошқариш тизимида структура схемасини ишлаб чиқиш ва барқарорликни тахминлаш бўйича тадқиқотлар устивор ҳисобланади. Шу билан бирга, тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳларида қўлланилаётган асинхрон моторларни частота ўзгартгич орқали бошқариш жараёнида энергия ва ресурс тежамкорлигини таъминлаш долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Республикамизда иқтисодиётнинг муҳим тармоқларидан бири ҳисобланган электроэнергетикани жадал ривожлантириш ва тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳларини янги технологиялар асосида бошқариш усули орқали энергия ва ресурс тежамкорликка эришиб сифатли махсулот ишлаб чиқариш бўйича тадқиқотлар ва жорий қилиш чора–тадбирлари амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясида, жумладан, «.иқтисодиётнинг энергия ва ресурс сиғимдорлигини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежовчи янги технологияларни кенг татбиқ этиш, ишлаб чиқариш унумдорлигини ошириш. »² вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини частота ўзгартгич орқали бошқариш ва йигирув машиналарининг асинхрон моторларини ип структурасининг кўрсаткичлари ўзгариши асосида

¹ www.sciencedirect.com, www.scopus.com, www.literature.rockwellautomation.com

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

асинхрон моторларнинг энергия тежовчи иш режимлари ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири деб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг 1997 йил апрел ойида қабул қилинган «Энергиядан рационал фойдаланиш» (№412-1) қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 -сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисидаги» Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012 -сон «2017-2021 йилларда ижтимоий соҳа ва саноат соҳаларида энергия самарадорлигини ошириш, қайта тикланувчан энергия манбаларини қўллашни янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2016 йил 21 декабрдаги ПҚ-2687-сон қарори билан 2017-2019-йилларда тўқимачилик саноатини янада ривожлантириш чора-тадбирлари дастури тўғрисидаги қарорларни ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация иши қисман хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.: Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялари ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Тўқимачилик корхоналарида энергия тежаш имконияти таҳлили шуни кўрсатмоқдаки, электр моторларининг ишлаш самарадорлигини ошириб салмоқли электр энергиясини тежаш мумкин. Шунинг учун тўқимачилик корхоналарининг ҳозирги давр талаби ҳисобланилади. Бажарилган илмий иш юқорида келтирилган муаммоларни ҳал қилишга йўналтирилган бўлиб, бунда тўқимачилик корхоналарида ишлатилаётган асинхрон моторлар бўйича бир қатор олимлар илмий ишлар олиб борган, жумладан, дунёнинг етакчи олимлари орасида Малецкая С.В., Малецкий В.В., А.Н.Косыгина, Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А., Жуковский Н.Е., Уразбаев М.Т., Минаков А.П., Крылов А.Н., Ерченко П.Ф. ва бошқалар томонидан тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарининг асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида энергия ва ресурс тежамкорлигига эришиб сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш технологияси таклиф этилган. Шу билан бирга, Ильинский Н.Ф., Браславский И.Я., Башмаков И.А., Чоджая М.Х., Алешин Г.И., Вагин Г.А., Лоскутов А.Б., Вакулко А.Г., Охотин А.С., Злобин А.А., Самойлов М.В., Кожевников К., Кузник И., Тиунов М., Сепольская Н.А., Степанов В.С. асинхрон моторларни частотавий ростлаш усули такомиллаштирилган.

Республикада саноат корхоналарида энергия самарадорлигини ошириш борасида қуйидаги олимлар Х.Ф. Фозилов, Р.А.Захидов, Т.Х.Носиров, Қ.Р. Аллаев, А.А.Ҳашимов, Т.С. Камалов, Ф.А.Ҳашимов, Н.Б. Пирматов, О.Х. Ишназаров ва бошқалар томонидан илмий изланишлар олиб борилган ва

корхоналардаги ишлаб чиқариш хусусиятларидан келиб чиқиб энергия самарадорликни ошириш бўйича ижобий натижаларга эришилган.

Сезиларли муваффақиятларга қарамай, тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарининг асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида энергия ва ресурс тежамкорлигига эришиш усуллари етарли даражада ўрганилмаган. Мазкур ишда тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарининг асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида энергия ва ресурс тежамкорлигига эришиш масалалари атрофлича кўриб чиқилиб, унинг ечимлари таклиф этилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация Бухоро муҳандислик-технология институтида амалга оширилаётган ОТ-Ф2-62 рақамли “Саноат корхонаси “интеллектуал” электр тармоғини электр таъминоти тизимини умумлашган самарадорлик кўрсаткичи асосида яратиш назариясини ривожлантириш” (2017-2020 йй.) мавзусидаги илмий тадқиқот иши режаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тўқимачилик корхоналари технологик машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторларини частотавий бошқариш ва реактив қувватни компенсация қилиш орқали энергия ва ресурс тежашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

тўқимачилик саноатида қўлланилаётган асинхрон моторларни частотавий ростлаш орқали энергия ва ресурс тежаш ҳамда технологик машиналарнинг иш самарадорлигини ошириш;

тўқув дастгоҳи учун такомиллашган электр юритмаси структура схемасини тузиш, частота характеристикаларини қуриш ва барқарорликка текшириш;

дастгоҳлардаги асинхрон моторларининг структуравий схемасининг узатиш функцияси ва параметрларини таҳлил қилиш;

тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланиладиган асинхрон моторларда экспериментал синовлар ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида тўқимачилик саноати технологик машиналарининг асинхрон моторлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатли махсулот ишлаб чиқарадиган ва энергия, ресурс тежамкорликка эга бўлган тўқув дастгоҳларини ва йигирув машиналарининг асинхрон моторларини бошқариш усулини яратиш, ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш ҳамда асосий режимлари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида моторнинг тезлигини частота ўзгартгич орқали силлиқ ишга тушуриб бошқариш, асинхрон моторнинг реактив қувватини қоплашнинг математик моделлаш, шунингдек тадқиқотнинг тажрибавий усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини частота ўзгартгич асосида бошқариш усули такомиллаштирилган;

тўқув дастгоҳларининг технологик параметрларини ҳисобга олган ҳолда “частота ўзгартиргич - асинхрон мотор - тўқув дастгоҳ” тизими ишлаб чиқилган;

тўқув дастгоҳларининг такомиллашган электр юритма структура схемаси асосида барқарорлик иш режимлари таҳлил қилинди ва барқарор ишлаш чегаралари аниқланган;

иш структурасининг кўрсаткичлари ўзгаришини аниқлаш асосида асинхрон моторларнинг энергия тежовчи иш режимлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини тезлигини частота ўзгартгичлар асосида бошқариб электр энергиясини 11 % тежайдиган бошқариш усули ишлаб чиқилган;

тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳларини эксплуатация қилиш жараёнида ресурс (сифатли мато ишлаб чиқариш) тежаш усули ишлаб чиқилган;

тўқимачилик корхоналаридаги тўқув ва йигирув цехларининг реактив қувватини компенсацияловчи, электр энергия тежамкорлигига олиб келадиган дастур ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини ёпиқ тизимли функционал схема асосида частотали бошқариш усули ёрдамида амалиётда қўлланилиши билан тасдиқланади ва олинган натижаларининг амалий ечимлари билан мос келиши ва уларнинг амалиётга жорий этилиши билан аниқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тўқув дастгоҳининг асинхрон моторларини частотали бошқариш орқали сифатли мато ишлаб чиқариш ҳамда ёпиқ тизимли функционал схемаси ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Олинган натижаларнинг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган ёпиқ тизимли функционал схемаси, тўқув дастгоҳининг асосий техник тавсифларини яхшилаш имконини бериши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини частота ўзгартгич орқали бошқариш бўйича олинган натижалар асосида:

тўқув дастгоҳларини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш усулига Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлиги ҳузуридаги Интеллектуал мулк агентлигидан ихтирога патент олинган (№IAP 05999-2018й). Натижада, сарфланадиган электр энергияни 11% тежаш имкони яратилган ва сифатли мато ишлаб чиқаришга эришилган;

асинхрон моторларини частотали бошқариш усули Бухоро “RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонасида жорий этилган (Ўзтўқимачиликсаноат

уюшмасининг 2018 йил 5-ноябрдаги №БМ-06-5878–сон маълумотномаси). Натижада, 133,01 млн сўм йиллик иқтисодий самара олинган;

реактив қувватни компенсация қилиш қурилмаси “Daewoo Textile” МЧЖ жорий қилинган (Ўзтўқимачиликсаноат уюшмасининг 2018 йил 5-ноябрдаги №БМ-06-5878–сон маълумотномаси). Натижада, 162.17 млн сўм йиллик иқтисодий самара олинган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижа-лари 8 та илмий-амалий анжуманларда, жумладан 2 та халқаро ва 6 та республика анжуманларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги: Диссертация мавзуси бўйича нашрларда 25 та илмий мақолалар чоп этилган. Шундан хорижий мамлакатларда чоп этилганлари 2 та, 1 та Ихтирога патент, МДХ давлатларида, жумладан, Россия илмий журналларида 2 та, 3 та халқаро конференцияда, 6 таси илмий журналларда, 11 та илмий конференциялар тўпламларида чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш қисми, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ишининг ҳажми 116 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланиши устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, муаммонинг ўрганилганлик даражаси баён этилган, тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги ёритилган, тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, ишнинг ишончлилиги, назарий ва амалий аҳамияти асосланган, диссертация тадқиқоти натижаларининг ишлаб чиқаришга жорий қилиниши кўрсатилган.

Диссертациянинг “Тўқимачилик корхоналарида энергия истеъ-моли” номли биринчи бобида ўрганилаётган тадқиқот предмети соҳасини назарияси ва амалиёти ҳолати ҳамда уни истиқболий ривожланиши йўналишлари ва такомиллаштириш анъаналари очиб берилган. Ҳозирги вақтда тўқимачилик корхоналаридаги йиғирув машиналари ва тўқув дастгоҳларида асосан асинхрон моторлари қўлланилиб келинмоқда. Ҳозирги вақтда Бухоро “RUSHAN TEKS” МЧЖ корхонасида тўқув дастгоҳлари ва йиғирув машиналари ишлатилиб келинмоқда. Йиғирув машиналаридан R-923 типидagi йиғирув машиналари ҳисобланади. R-923 типидagi йиғирув машиналарида асосан 2SE132M-4A, FDR100LC/4Q ва бошқа туркумли уч фазали қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторлари қўлланилмоқда. Уларнинг қуввати 7,5 кВт, 9,2 кВт, 2x11 кВт, 15 кВт, 3x18,5 кВт, 2x22 кВт кучланиши эса 220/380 В ни ташкил этади. Ҳозирги вақтда Бухоро вилояти Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” МЧЖ

корхонаси СТБ типдаги тўқимачилик дастгоҳларидан фойдаланиб келинмоқда. Ҳозирги вақтда Бухоро “RUSHAN TEKS” МЧЖ корхонасининг тўқимачилик дастгоҳларида асосан 4A100L6У3, 4A100S4У3, 4A112МА6У3, 4АИРМ06У3, 4АИРМ11В6У3 ва бошқа туркумли уч фазали қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторлари ишлатилмоқда. Уларнинг қуввати 2,2 - 4 кВт, кучланиши эса 220/380 В ни ташкил этади. Тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳларида ва йигирув машиналарида қўлланиладиган асинхрон электр юритмаларга қуйидаги асосий талаблар қўйилади:

- силлиқ ишга тушуриш; - ип узулганда тезда тўхтатиш; - технологик жараён давомида ипларнинг таранглигини бир хилда ушлаб туриш.

Юқоридаги талабларни бажарилиши учун ушбу диссертация ишида кўриб чиқиладиган тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланиладиган асинхрон электр юритмани бошқариш учун частота ўзгартгични қўллаб амалга оширилган. “RUSHAN TEKS” МЧЖ корхонасининг йигирув ва тўқув цехларида охириги тўрт йилда истеъмол қилган актив ва реактив энергияларнинг бир ойдаги қийматлари 1.1-жадвалда келтирилган.

1.1-жадвал

Цех номи	Актив энергия, $W_a; \text{кВт} \cdot \text{с}$	Реактив энергия, $W_p; \text{кВар} \cdot \text{с}$
2014 йилда		
Йигирув цехи	951	543
Тўқув цехи	18307	16624
2015 йилда		
Йигирув цехи	7831	3943
Тўқув цехи	27576	19136
2016 йилда		
Йигирув цехи	12526	6850
Тўқув цехи	34124	21458
2017 йилда		
Йигирув цехи	19076	8989
Тўқув цехи	43125	24456

“Тўқимачилик корхоналарида энергия тежашнинг ташкилий ва техник чора – тадбирлари” номли 2-бобда Тўқимачилик корхоналарида асосан йигирув машиналари ва тўқув дастгоҳлари ишлатилиб келинмоқда. Жумладан, пахтани тозалаш, пахтадан йигирув машиналари орқали ип ишлаб чиқариш технологик жараён босқичлари ҳисобланади. Шунинг учун, тадқиқотнинг асосий мақсади электр моторларда электр энергиясини тежаш имкониятларини ўрганиш деб белгиланди. Бухоро вилояти Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” МЧЖ ва “Daewoo Textile” МЧЖ хорижий корхонаси Бухоро филиалида тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарининг асинхрон моторларида олиб борилган тажрибалар натижалари 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1-жадвал

№	Энергияни тежаш тадбирлари	Олинадиган натижа	Энергияни тежаш %
1	Асинхрон моторларини подшипникларини мойлаш	Юкламани камайтиради	3.5 %
2.	Тезлиги ростланадиган электр юритмаларни қўллаш	Юкламага мувофиқ энергия етказилади	11%
3.	Маънавий эскирган моторларни янгисига алмаштириш	Электр энергия исрофини камайтиради.	2-5 %
4.	Асинхрон моторларнинг ишлаши вақтини чеклаш	Салт ишлаш исрофини камайтиради	1-5 %
5.	Моторларни «учбурчак» «юлдуз» схемасига ўтказиш	Энергия исрофини камайтиради	1-5 %
6.	Реактив қувватни қоплаш	Исрофлар камаяди	10-17%
7.	Тўла юкланмаган асинхрон моторларини қувватини танлаш	Мотор қувватини камайтиради	7%

Мисол тариқасида тезлиги ростланадиган электр юритмаларни қўллаш 11% энергия тежамкорлигига эришилади. Буни қуйидагича экспериментал тадқиқотлар олиб бориш жараёнида аниқланди (илова 5). Яъни тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқариш жараёнида энергия тежамкорлигига эришилди. Бунда қуввати $P=2,2$ кВт га тенг бўлган тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини, биринчи маротаба бир соатда частота ўзгартгичсиз бошқариб ишга тушурган вақтда энергия миқдори $W_3 = 1$ кВт *с га тенг бўлди. Иккинчи маротаба эса бир соатда шу қувватдаги қуввати $P = 2,2$ кВт га тенг бўлган тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқариб ишга тушурган вақтда энергия миқдори $W_3 = 0,89$ кВт *с га тенг бўлди. Умумий фарқ эса $W_3 = 0.11$ кВт *с га тенг бўлди. Демак тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқарган вақтда бир соатда сарфланаётган электр энергиясининг 11% тежалишига эришилди. Бу фоиз 3 кВт ли асинхрон моторда ҳам текширилган (илова 5).

“RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонаси мисолида асинхрон моторларда энергия тежаш” номли 3-бобда ҳозирги кунда тўқимачилик корхоналаридан бири Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонасида қўлланилаётган электр моторларини бир неча усуллар ёрдамида юрғазиш мумкин. Замонавий энергия тежамкор моторларни қўллаб ишга тушириш, моторларнинг қувватини ўзгартириб энергия тежамкорлигига эришиш, моторларнинг реактив қувватини қоплаш орқали энергия тежамкорлигига эришиш ва тўқув дастгоҳларидаги моторларни тезлигини частота ўзгартгич орқали бошқариш. Тўқимачилик корхоналарида асосий реактив қувватни истеъмол қилувчилар уч фазали асинхрон моторлар ҳисобланилади. Реактив қувватнинг ўзгариш динамикаси реактив қувват коэффициентини орқали ифодаланади.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}, \quad (3.1)$$

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

Гарчи $\operatorname{tg} \varphi$ электр истеъмолчиларнинг ишлаб чиқариш режимларини тўлиқ тавсифлашда кўпроқ қувват коэффитциентидан фойдаланилади:

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}, \quad (3.2)$$

бу ерда $S = U \cdot I$ – тўла қувват.

Қувват коэффицент тўла қувватнинг қанча қисми фойдали ишга сарф бўлганини тавсифловчи коэффицентдир. Истеъмолчининг қувват коэффицентини пасайса, тармоқдаги тўла қувват ошади, яъни:

$$S_T = \frac{P_P}{\cos \varphi}, \quad (3.3)$$

бу ерда P_P – истеъмолчининг актив қуввати ва U кўрсаткичларнинг

ўзгармаган қийматларида
$$I_P = \frac{P_P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (3.4)$$

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

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot I_P^2 = \frac{R \cdot P_P^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi}, \quad (3.5)$$

бу ерда R – уч фазали қурилма бир фазасининг актив қаршилиги.

АД нинг қувват коэффицентини аниқлаш.

АД нинг қувват коэффицентини қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\cos \varphi = P/S = P/\sqrt{P^2 + Q^2}, \quad P = M \cdot \omega + 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1 - \text{актив қувват} \quad (3.6)$$

бу ерда бурчак тезлик қуйидагига тенг $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot p/60 = \pi \cdot n \cdot p/30$

$$Q = 3 \cdot I_\mu^2 \cdot x_\mu + 3 \cdot I_1^2 \cdot x_1 + 3 \cdot I_2^2 \cdot x_2 - \text{реактив қувват}; \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2} - \text{тўла қувват} \quad (3.7)$$

$\cos \varphi = 1,0$ га эришиши учун одатда қўшимча конденсаторлар батарея-сини улашга тўғри келади. Реактив қувватни компенсация қилишда зарур бўладиган конденсаторларнинг сифимини ҳисоблаш қуйидаги формула билан амалга оширилади:

$$C = \frac{P}{\omega \cdot U^2} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (3.8)$$

бу ерда $P = I_a \cdot U$ – 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.

Конденсатор батареяларининг қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$Q = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2). \quad (3.9)$$

Демак, реактив қувватни компенсация қилиш зарур. Бунинг учун мана шу цехга кирувчи шитнинг ёнига алоҳида конденсаторлар турадиган шкаф ўрнатилади. Шу шкафга конденсаторларни жойлаштириб қўйилади (3.3-жадвал)

Корхонадаги йигирув машиналарининг асинхрон моторларини реактив қувват истеъмоли бўйича қайта ҳисоблаб таққослаш жадвали. 2018 йил ҳисобида

№	Ойлар	Ташкилот номи	Амалдаги истеъмол		tgφ нинг норматив қиймати	Амалдаги tgφ қиймати	Норматив cosφ формула бўйича	Амалдаги cosφ формула бўйича	Қувват коэффиценти. Исрофи $1/a * \cos\phi^2$	Норматив технологик йўқотиш кВт*с	Амалдаги технологик йўқотиш кВт*с	Қайта ҳисоб	
			Актив энергия кВт	Реактив энергия кВар*с								кВт*с	Сумма
1	Январь	"RUSHAN TEKS"	120 600	53 200	0,25	0,44	0,97	0,915	1,19	31 356	37 458	6 102	1 128 444,38
2	Февраль	"RUSHAN TEKS"	159 400	60 200	0,25	0,38	0,97	0,936	1,14	27 098	30 963	3 865	665 404,66
3	Март	"RUSHAN TEKS"	136 400	47 800	0,25	0,35	0,97	0,944	1,12	23 188	26 036	2 848	500 735,08
4	Апрель	"RUSHAN TEKS"	134 000	47 800	0,25	0,36	0,97	0,942	1,13	21 440	24 168	2 728	453 394,10
5	Май	"RUSHAN TEKS"	108 600	38 800	0,25	0,36	0,97	0,942	1,13	17 376	19 594	2 218	417 042,92
6	Июнь	"RUSHAN TEKS"	107 800	40 200	0,25	0,37	0,97	0,937	1,14	17 248	19 647	2 399	433 902,24
7	Июль	"RUSHAN TEKS"	138 800	60 800	0,25	0,44	0,97	0,916	1,19	22 208	26 469	4 261	740 435,93
8	Август	"RUSHAN TEKS"	149 000	81 000	0,25	0,54	0,97	0,879	1,30	23 840	30 885	7 045	1 228 571,47
9	Сентябрь	"RUSHAN TEKS"	83 200	22 600	0,25	0,27	0,97	0,965	1,07	13 312	14 294	982	178 707,07
10	Октябрь	"RUSHAN TEKS"	83 600	61 400	0,25	0,73	0,97	0,806	1,54	13 376	20 591	7 215	1 364 545,14
11	Ноябрь	"RUSHAN TEKS"	90 200	24700	0,25	0,27	0,97	0,964	1,07	20 484	22 020	1536	288792,20
12	Декабрь	"RUSHAN TEKS"	90 600	38 400	0,25	0,42	0,97	0,921	1,18	20 575	24 271	3 696	654 997,45
		Жами:	1 402 200	553 600								44 895	8054972,64

“RUSHAN TEKS” МЧЖ корхонасининг йигирув машиналарида қўлла-нилаётган асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида реактив қувватни конденсаторлар орқали қоплаб энергия тежамкорлигига эришилди.

Тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларига кучланиш берилганда, зарбий ток ҳосил бўлади, уни ишга тушириш токи ёки тормозланган ротордаги ток деб номланади. Ишга тушириш токи номинал токдан 4-7 баробар катта бўлиб, қисқа муддат таъсир қилади. Тезлашиб олганидан сўнг асинхрон мотордаги ток минимал қийматга тушиб кетади. Бундан ташқари тўқув дастгоҳининг арқоқ ипларининг танда иплари билан ўрилишмай осилиб қолиш ҳолатлари рўй бериши ва қисқа –қисқа участкаларда ўрилишнинг бузилиши, яъни матода бир нечта қатор чизиклар пайдо бўлишини, ипларнинг узилишини келтириб чиқаради. Яъни ушбу ҳолат 3.2-расмда келтирилган.



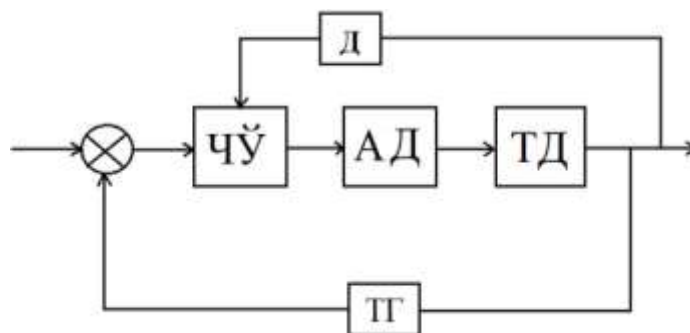
3.2-расм. Тўқув дастгоҳини частота ўзгартгичсиз бошқариш жараёнидаги ҳосил бўлган мато

Тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш усули. Бундан мақсад тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини ишга тушириш ва бошқариш частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилади, у автомат ва асинхрон мотор орасида ўрнатилади ва асинхрон моторнинг айланиш частотасини бошқаради, кўшимча тарзда электр энергия тежалишига олиб келади. 3.3-расмда таклиф этилган усулни амалга ошириш схемаси кўрсатилган.



3.3-расм. Тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш схемаси

3.4-расмда “RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонаси тўқув дастгоҳларини асинхрон мотор ёрдамида частотали бошқаришнинг ёпиқ функционал схемаси кўрсатилган.



3.4-расм. “RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонаси тўқув дастгоҳларини асинхрон мотор ёрдамида частотали бошқаришнинг ёпиқ функционал схемаси

Асинхрон машинанинг электромагнит momenti ротор чулғами ўтказгичларидан ўтадиган ток актив ташкил этувчиси ($I_2 \cos\psi_2$) нинг статор чулғами ҳосил қилган айланма майдон, яъни магнит оқим Φ_{\max} билан таъсирлашиб Ампер қонунига асосан электромагнит куч $F_{em} = B_{\delta} li$ вужудга келади. Бу куч ҳосил қилган электромагнит момент куйидагича аниқланади:

$$M = C_M \cdot \Phi_{\max} \cdot I_2 \cdot \cos\psi_2, \quad (3.10)$$

бунда: $C_M = p \cdot m_2 \cdot k_{ch2} / \sqrt{2}$ – ўзгармас катталиқ; Φ_{\max} – магнит оқимнинг максимал қиймати. (3.10) формула фақатгина асинхрон машиналар учунгина тўғри бўлиб қолмай, балки электр машиналарининг барча турлари учун ҳам тўғридир. Бу формула момент қийматининг моторда содир бўладиган физик ҳодисалар орасидаги боғланишни ўрнатади. Ундан моторнинг ҳар хил режимлардаги иш жараёнини сифат жиҳатдан таҳлил қилишда фойдаланиш қулай ҳисобланади. Лекин бу формулага кирган (Φ_{\max} , I_2 ва $\cos\psi_2$) катталиқлар тўғридан-тўғри тармоқ кучланиши ва машинанинг иш режими билан боғланмаган, уларни тажрибада аниқлаш эса анча мураккабдир. Шу сабабли куйида электромагнит (айлантирувчи) моментнинг қийматини энг оддий аниқлаш, унга машинанинг ҳар хил параметрлари ва эксплуатацион режимларининг таъсирини ҳисобга олиш имконини берадиган бошқа формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Асинхрон машиналарнинг тенгламалари умумлашган машина тенгламаларидан олинади. Барқарорлашган режимда машина кучланишларининг мувозанат тенгламаси куйидаги кўринишда бўлади:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{s\alpha} &= R_s \dot{I}_{s\alpha} + j\omega L_s \dot{I}_{s\alpha} + j\omega M \dot{I}_{r\alpha}, \\ \dot{U}_{s\beta} &= R_s \dot{I}_{s\beta} + j\omega L_s \dot{I}_{s\beta} + j\omega M \dot{I}_{r\beta}, \\ -\dot{U}_{r\alpha} &= R_r \dot{I}_{r\alpha} + j\omega L_r \dot{I}_{r\alpha} + j\omega M \dot{I}_{s\alpha} + M \dot{I}_{s\beta} \omega_r + L_r \dot{I}_{r\beta} \omega_r, \\ -\dot{U}_{r\beta} &= R_r \dot{I}_{r\beta} + j\omega L_r \dot{I}_{r\beta} + j\omega M \dot{I}_{s\beta} + M \dot{I}_{s\alpha} \omega_r + L_r \dot{I}_{r\alpha} \omega_r, \end{aligned} \right\} \quad (3.11)$$

бу ерда $\dot{U}_{s\alpha}$, $\dot{U}_{s\beta}$, $\dot{U}_{r\alpha}$, $\dot{U}_{r\beta}$ - мос равишда α ва β ўқлари бўйича статор ва ротор чулғамларидаги кучланишлар; ω_r - роторнинг бурчак тезлиги; $\dot{I}_{s\alpha}$, $\dot{I}_{s\beta}$, $\dot{I}_{r\alpha}$, $\dot{I}_{r\beta}$ - мос равишда α ва β ўқлари бўйича статор ва ротор чулғамларидаги

токлар; R_s, R_r - статор ва ротор чулғамларининг актив қаршиликлари; L_s, L_r - статор ва ротор чулғамларининг сочилма индуктивлиги; M - ўзаро индуктивлик; j - инерция моменти. Қисқа туташтирилган асинхрон машиналар учун $\dot{U}_{r\alpha} = 0; \dot{U}_{r\beta} = 0$. $j\omega L_s = j\omega M + j\omega l_{s\sigma}, j\omega L_r = j\omega M + j\omega l_{r\sigma}; x_0 = \omega M; x_s = \omega l_{s\sigma}; x_r = \omega l_{r\sigma}$ ва нисбий тезликлар $v = \omega_r / \omega_s$ ни ҳисобга олганда асинхрон машина кучланишларининг мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{s\alpha} &= R_s \dot{I}_{s\alpha} + jx_s \dot{I}_{s\alpha} + jx_0 \dot{I}_{s\alpha} + jx_0 \dot{I}_{s\alpha}, \\ \dot{U}_{s\beta} &= R_s \dot{I}_{s\beta} + jx_s \dot{I}_{s\beta} + jx_0 \dot{I}_{s\beta} + jx_0 \dot{I}_{s\beta}, \\ 0 &= -R_r \dot{I}_{r\alpha} - jx_r \dot{I}_{r\alpha} - jx_0 \dot{I}_{r\alpha} - jx_0 \dot{I}_{s\alpha} + x_0 \dot{I}_{r\beta} v + (x_r + x_0) \dot{I}_{r\beta} v, \\ 0 &= -R_r \dot{I}_{r\beta} - jx_r \dot{I}_{r\beta} - jx_0 \dot{I}_{r\beta} - jx_0 \dot{I}_{s\beta} + x_0 \dot{I}_{r\alpha} v + (x_r + x_0) \dot{I}_{r\alpha} v. \end{aligned} \right\} \quad (3.12)$$

$\dot{I}_{s\beta} = j\dot{I}_{s\alpha}, \dot{I}_{r\beta} = j\dot{I}_{r\alpha}$ ҳисобга олиб ва оралиқ ўзгартиришлардан кейин қуйидаги тенгламаларга эга бўламиз.

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_s &= R_s \dot{I}_s + jx_s \dot{I}_s + jx_0 \dot{I}_0, \\ 0 &= -R_r \dot{I}_r - jx_r (1-v) \dot{I}_r - jx_0 (1-v) \dot{I}_r - jx_0 (1-v) \dot{I}_s, \\ \dot{I}_0 &= \dot{I}_s + \dot{I}_r. \end{aligned} \right\} \quad (3.13)$$

Ротор чулғамини статор чулғамига келтириб ва сирпанишни ҳисобга олган ҳолда:

$$S = \frac{n_c \pm n_r}{n_c} = 1 \pm v, \quad (3.14)$$

$\dot{E}_0 = -j\dot{I}_0 z_0$ ва $\dot{E}_s = \dot{E}_r = \dot{E}_0$ алмаштиришлардан кейин асинхрон машина учун қуйидаги тенгламага эга бўламиз:

$$\dot{U}_s = -\dot{E} + \dot{I}_s z_s, 0 = \dot{E}_0 - \dot{I}'_r z_r - \dot{I}'_r R'_r (1-s) / s, \quad (3.15)$$

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_s + \dot{I}'_r, \quad (3.16)$$

(3.12) тенгламани статор чулғами учун қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\left. \begin{aligned} U_{s\alpha} &= d\Psi_{s\alpha} / dt - w_s \Psi_{s\beta} + R_s I_{s\alpha} \\ U_{s\beta} &= d\Psi_{s\beta} / dt - w_s \Psi_{s\alpha} + R_s I_{s\beta} \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

Ротор чулғами учун:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= d\Psi_{r\alpha} / dt - (w - w_s) \Psi_{r\beta} + R_r I_{r\alpha} \\ 0 &= d\Psi_{r\beta} / dt - (w - w_s) \Psi_{r\alpha} + R_r I_{r\beta} \end{aligned} \right\}, \quad (3.18)$$

Ротор ҳаракат тенгламаси

$$\frac{dw_r}{dt} = \frac{P}{T_j} (M_{\text{эм}} - M_C) \quad M_C = F_T \cdot l \quad (3.19)$$

бу ерда: F_T -ипларнинг таранглик кучи; l -ипларнинг узунлиги
Асинхрон моторнинг электромагнит моменти:

$$M_{\text{эм}} = \frac{m_1 \cdot U_{1\text{ном}}^2}{\omega_{1\text{ном}}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{1}{[a(\alpha)]^2 \cdot \frac{\beta}{r_2} + [b(\alpha)]^2 \cdot \frac{r_2}{\beta} + 2 \cdot r_1 \cdot \alpha} \quad (3.20)$$

бу ерда $\alpha = \frac{\omega_1}{\omega_{1\text{ном}}} = \frac{f_1}{f_{1\text{ном}}}, \beta = \frac{\omega_2}{\omega_{1\text{ном}}} = \frac{\omega_1 - \omega}{\omega_{1\text{ном}}} = \frac{f_2}{f_{1\text{ном}}}, \gamma = \frac{U_1}{U_{1\text{ном}}}; a = \frac{r_1}{r_2}.$

Клосс формуласига келтирамиз:
$$M_{эм} = \frac{2 \cdot M_{к} \cdot (1 + q \cdot \beta_{к})}{\frac{\beta}{\beta_{к}} + \frac{\beta_{к}}{\beta} + 2 \cdot q \cdot \beta_{к}} \quad (3.21)$$

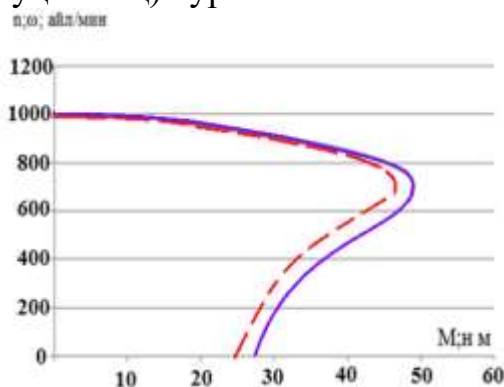
бу ерда $q = \frac{r_1 \cdot X_m^2}{r_2 \cdot \alpha \cdot Z_1^2}$; $\beta_{к} = r_2 \frac{Z_2(\alpha)}{Z_1(\alpha) \cdot X_2}$ - абсолют критик сирпаниш.

Критик момент:
$$M_{к}(\alpha, \gamma) = \frac{m_1 \cdot U_{ном}^2}{\omega_{ном}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{q \beta_{к}}{2 \cdot r_1 \cdot \alpha (1 + q \beta_{к})} \quad (3.22)$$

Асинхрон моторни бошқариш қонунияти

$$\gamma = \alpha \sqrt{\mu} \quad \text{ёки} \quad \frac{U}{U_{ном}} = \frac{f}{f_{ном}} \cdot \sqrt{\frac{M}{M_{ном}}} \quad (3.23)$$

3.5-расмда тўқув дастгоҳларида қўлланиладиган қуввати 2,2 кВт, кучланиши 220/380 В, айланиш тезлиги 950 айл/мин бўлган 4А100L6У3 типдаги қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторнинг табиий (узлуксиз чизик) ва $U/f = \text{const}$ қонун асосида частотали бошқарилган ҳолатдаги механик характерис-тикаси (узук-узук чизик) кўрсатилган.



3.5-расм. 4А100L6У3 типдаги қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторнинг механик характеристикалари: табиий (узлуксиз чизик) ва частотали бошқарилган ҳолатдаги (узук-узук чизик)

3.5-расмдан шу нарса кўринадикки, тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частотали бошқариш ҳолатидаги механик характеристикаси табиий механик характеристикага жуда яқин бўлар экан. Тўқув дастгоҳларини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш жараёнида қуйидаги нуқсонларни олдини олишга эришилди:

1. Ипларнинг узилиши рўй бермайди, натижада айрим тўқилмай қолган жойларини ҳам тўқийди.

2. Арқоқ ипларининг танда иплари билан ўрилишмай осилиб қолишини олди олинади, яъни бир хил тарангликда (бир хил тезликда) сақлаб туришини таъминлайди.

3. Арқоқ ипларининг танда иплари билан ўрилишмай осилиб қолиши натижасида қисқа –қисқа участкаларда ўрилишнинг бузилиши, яъни матода бир нечта қатор чизиклар пайдо бўлишини, ипларнинг узилишини олди олинади (бир хил таранглик, яъни бир хил тезлик таъминланади), ҳамда сифатли мато ишлаб чиқарилишига эришилади.

3.6- расм. Тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқариш жараёнидаги ҳосил бўлган мато кўрсатилган.



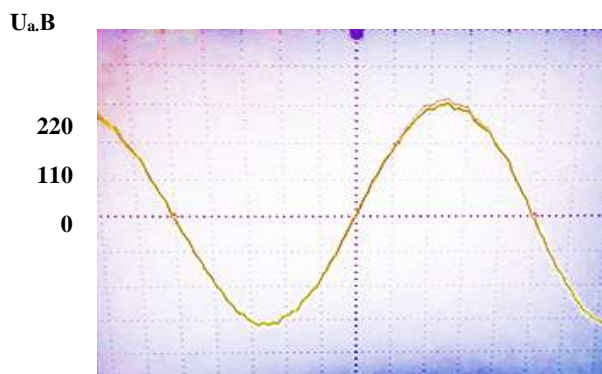
3.6- расм. Тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқариш жараёнидаги ҳосил бўлган мато

Бундан ташқари экспериментал тадқиқотлар олиб бориш жараёнида тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқаришда ипларнинг узулиши рўй бермайди, натижада кам вақт сарфлаб, кўп ва сифатли мато ишлаб чиқарилишига эришиш мумкин

3.4-жадвал

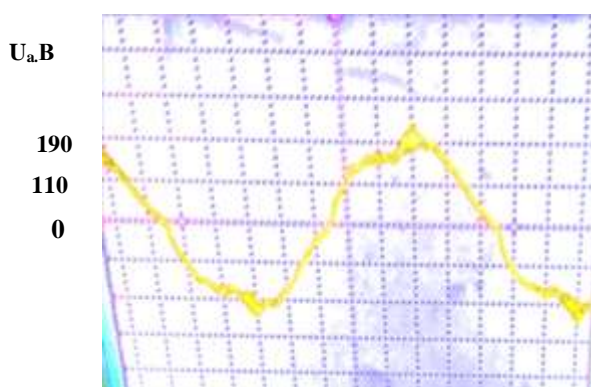
2,2 кВт Мотор	Тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгичси з бошқариш жараёнида мато ишлаб чиқариш (метрда)	Тўқув дастгоҳининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқариш жараёнида мато ишлаб чиқариш (метрда)	Фарқи, фойда (метрда)	Олинган фойда 1 та тўқув дастгоҳи учун (сўмда)	Олинган фойда 108 та тўқув дастгоҳи учун (сўмда)
1 -Соатда	7	9	2	18000	1944000
1 -Суткада (21 соатда)	147	189	42	378000	40824000
1 - Ойда (26 кун)	3822	4914	1092	9828000	1061424000
1 - Йилда (12 ойда)	45864	58968	13104	117936000	12737088000

“Тўқимачилик корхоналаридаги йигирув машиналари ва тўқув дастгоҳларида қўлланилаётган асинхрон моторларда ўтказилган тажрибалар” номли 4- бобида ҳозирги вақтда тўқимачилик корхоналаридан “RUSHAN TEKS” МЧЖ ва “Daewoo Textile” МЧЖ хорижий корхонаси Бухоро филиали тўқимачилик корхонаси мисолида қўлланилаётган асинхрон моторларида экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Осциллограммалар Германия давлатида ишлаб чиқарилган “PeakTech-1240” типдаги осциллографда олинган. Асинхрон моторининг салт ишлаш режимда ишлаш жараёнидаги осциллограммаси 4.1-расмда кўрсатилган. Бундан шуни кўришимиз мумкинки бу режимда фаза кучланишининг ўзгариши синусоидал шаклда бўлади.



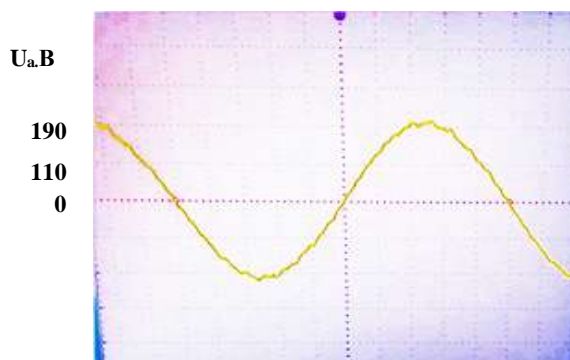
4.1-расм . Асинхрон оторнинг салт ишлаш режимидаги фаза кучланишининг осциллограммаси

Кейинги схемада худди шу кучланишдаги ва худди шу қувватдаги асинхрон моторларини фақат юклама режимида ишлаш жараёнидаги осциллограммасида шуни кўриш мумкинки, графикда фаза кучланишининг шакли синусоида шаклига нисбатан бузилади, чунки юкори гармоникалар пайдо бўлади.



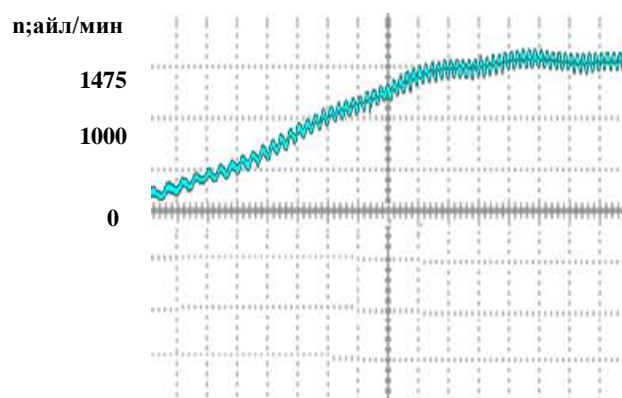
4.2-расм. Асинхрон моторларни юклама режимидаги фаза кучланишининг осциллограммаси

Кейинги схемамизда асинхрон мотор юклама режимида ишлаш жараёнида моторга статик конденсатор улаб осциллограммасини олиш жараёнида шуни кўришимиз мумкинки графикда юкори гармоникалар компенсация килинганлиги сабабли, фаза кучланишининг шакли синусоида шаклида бўлади.

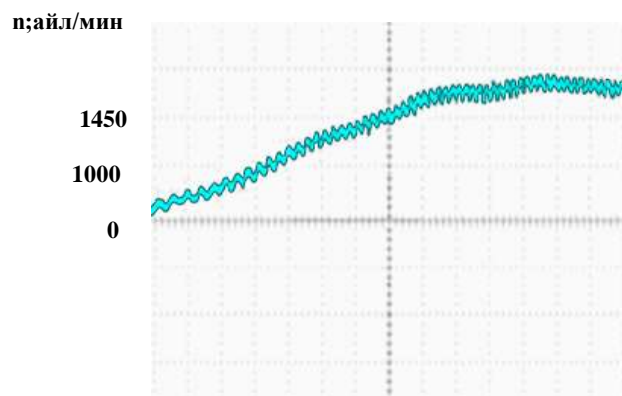


4.3-расм. Асинхрон моторнинг конденсатор орқали юклама режимидаги фаза кучланишининг осциллограммаси

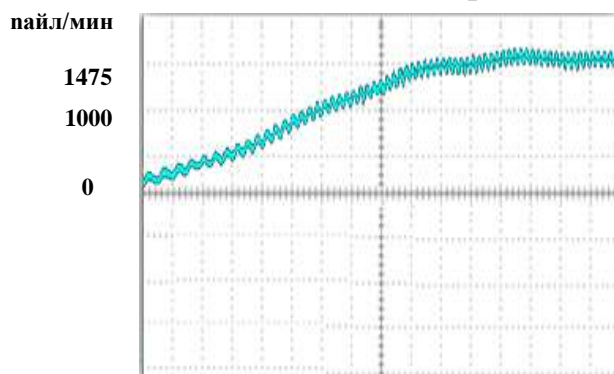
Хулоса ўрнида шуни айтишимиз мумкинки тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган асинхрон электр моторларини эксплуатация қилиш жараёнида моторларни статик конденсаторлар орқали бошқарсак реактив қувватни қоплаш орқали электр энергия тежамкорлигига эришиш мумкинлигини “RUSHAN ТЕКС” МЧЖ ва “Daewoo Textile” МЧЖ хорижий корхонаси Бухоро филиали корхонаси мисолида экспериментал тадқиқотлар ўтказиш йўли орқали исботлаб берилди. Бундан ташқари асинхрон моторларининг тезлик бўйича олинган экспериментал тадқиқотларни ҳам кўриш мумкин (4.4-4.6-расмлар).



4.4-расм. Асинхрон моторнинг салт ишлаш режимида ишга тушуриш вақтидаги тезликнинг осциллограммаси



4.5-расм. Асинхрон моторни юклама режимида ишга тушуриш вақтидаги тезликнинг осциллограммаси



4.6-расм. Асинхрон моторни юклама режимида конденсатор улаб қўшиб ишга тушуриш вақтидаги тезликнинг осциллограммаси

Тўқув дастгоҳларидаги моторларини ишга тушириш жараёнида жуда катта ишга тушириш токлари ҳосил бўлади. Тўқув дастгоҳларининг электр моторларига кучланиш берилганда, ток сакраши ҳосил бўлади, уни ишга тушириш токи ёки тормозланган ротордаги ток деб номланади. Ишга тушириш токи номинал токдан 5-7 баробар юқори бўлади, қисқа муддат таъсир қилади. Тезлашиб олганидан сўнг электр мотордаги ток минимал қийматга тушиб кетади. Мавжуд меъёр ва қоидаларга мос равишда, ишга тушириш тоқини камайтириш учун, шу билан бир қаторда таъминот кучланишини стабиллаштириш учун тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқарамиз. Тўқув дастгоҳларини ишга тушириш ва бошқаришда частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилади, у автомат ва мотор орасида ўрнатилади ва моторнинг айланиш частотаси билан бошқарилади, кўшимча тарзда электр энергия тежалишига олиб келади.

4.1-жадвал

Частота	f, герц	0	10	20	30	40	50
Мотор	п.айл/мин	0	300	600	900	1200	1500
Тўқув дастгоҳи	п.айл/мин	0	36	72	108	144	180

Электр энергиясининг тежашнинг яна бир тури тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини Украина давлатидаги “Аіронікс компонентс” (Киев шаҳри) корхонасида ишлаб чиқилган CFM 210 типдаги частота ўзгартгич орқали бошқариш. “RUSHAN TEKS” МЧЖ корхонасининг тўқув цехларида куввати $P = 2.2$ кВт ли ротори қисқа туташтирилган асинхрон электр моторининг бир йиллик истеъмол қилган актив ва реактив энергияларининг қийматлари 4.2-жадвалда келтирилган:

4.2-жадвал

2,2 кВт ли Мотор	W_a -кВт*с	W_p -кВар*с	1-кВт*с ЭЭ суммаси
1 –Соатда	1	1,6	250
1 - Суткада (21 соатда)	21	33,6	
1 –Ойда	546	873,6	
1 - Йилда (12 ойда)	6552	10483,2	

“RUSHAN TEKS” МЧЖ корхонасининг тўқув дастгоҳлари асинхрон моторларини частота ўзгартгич орқали бошқариш жараёнида энергия тежашга қуйидагича эришамиз. Тадқиқотлар олиб бориш жараёнида шундай хулосага келиндики, тўқув дастгоҳларидаги асинхрон моторларини тезлигини частота ўзгартгичлар орқали бошқариб ишга тушуриш жараёнида сарфланаётган электр энергиясини 11% га тежалишига эришиш мумкин экан. Хулоса ўрнида шуни айтишимиз мумкинки, тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган асинхрон моторларни эксплуатация қилиш жараёнида моторни частотавий бошқаришда электр энергия истеъмоли тежамлидир, чунки частота ўзгартгич асинхрон мотор тезлигини ростлашни,

электр юритма Ф.И.К. ни ошишига ва асинхрон моторнинг қувват исрофини камайтиришни таъминлайди.

ХУЛОСА

“Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган асинхрон моторларда энергия ва ресурс тежаш” мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Тўқимачилик корхоналаридаги асинхрон моторларнинг тезлигини бошқариш усули ишлаб чиқилди, ушбу усулга Ўзбекистон Республикаси адлия вазирлиги ҳузуридаги интеллектуал мулк агентлиги томонидан ихтирога патент (№ IAP 05999-2018й) олинди;

2. Тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш орқали янги технология ташкил қилинди ва шу орқали тўқимачилик корхоналарида ишнинг унумдорлиги оширилди;

3. Янги электр юритма структура схемаси асосида частота характеристикалари ва барқарорлик критерияларини қўллаган ҳолда тўла таҳлил қилинди;

4. Электр юритма структура схемасининг узатиш функцияси ва параметрлари таҳлил қилинди. Таҳлиллар натижаси шуни кўрсатдики, вақт доимийсининг ошиши билан системанинг тезлиги камаяди. Шу билан бирга ўта ростлаш ҳам камаяди;

5. Тўқув дастгоҳларининг асинхрон моторларини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш натижасида пайванд (тугун) қилинган жойларини керакли тезлик билан таъминлашга эришилди. Бундан ташқари Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонаси мисолида бир йилда асинхрон моторларда 532045,884 кВт*с электр энергия ва “Daewoo Textile” МЧЖ хорижий корхонаси Бухоро филиали корхонасида эса бир йилда реактив қувватни компенсация қилиш ҳисобига, мос равишда 648695,416 кВт*с электр энергия тежалди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 03/10.12.2019. Т. 03.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПАНОЕВ АБДУЛЛО ТИЛЛОЕВИЧ

**ЭНЕРГО И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**05.05.02– Электротехника. Электроэнергетические станции, системы.
Электротехнические комплексы и устройства.**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PHD) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан (регистрационный номер В2019.1.PhD/Т412).

Диссертация выполнена в Бухарском инженерно-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (резюме на узбекском, русском, английском языках) размещён на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Пирматов Нурали Бердиёрович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Ишназаров Ойбек Хайруллаевич
доктор технических наук, профессор

Таслимов Абдурахим Дехканович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Ташкентский государственный транспортный университет


Защита диссертации состоится «16» декабря 2020 г. в 13⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc 03/10.12.2019. Т. 03.03 при Ташкентском государственном техническом университете. Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (+99871) 246-46-00; факс: (+99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрировано за № 188). Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (+99871) 246-03-41.

Автореферат диссертации разослан «04» декабря 2020 года.

(протокол реестра № 15 от «4» декабря 2020 года).




К.Р. Аллаев
Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор, академик


О.З. Топров
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор


М.И. Ибодуллаев
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Введение (Аннотация диссертации доктори философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. По всему миру в повышении эффективности текстильной промышленности особое внимание уделяется методу управления, основанному на сбережении энергии и ресурсов при работе ткацких и прядильных машин, а также определению производства качественной продукции. На сегодняшний день в развитых странах «... эффективность управления режимами энергопотребления зависит от уровня оборудования и новых технологий, используемых в инфраструктуре системы управления, и существуют разные подходы к обеспечению энергоэффективности»². В связи с этим, в частности, при разработке данных новых технологий, принимая во внимание влияние сил натяжения пряжи на ткацких станках, на предприятиях в управлении ткацкими и прядильными машинами уделяется особое внимание производству энергосберегающих и качественных продуктов.

По всему миру проводятся научные исследования по производству качественной продукции за счет управления энергосберегающими и ресурсосберегающими методами в процессе эксплуатации ткацких и прядильных машин на текстильных предприятиях. В связи с этим ведутся исследования научно обоснованных технических решений, отражающих современные принципы и соответствующих международным стандартам. Исследования в этой области, в частности, управление ткацкими станками с использованием новых технологий, сбережение энергии и ресурсов, а также производство качественной продукции, являются приоритетными задачами. Наряду с этим, одной из актуальных задач является обеспечение экономии энергии и ресурсов при управлении асинхронными двигателями, используемыми в ткацких станках текстильных предприятий, через преобразователь частоты.

В нашей стране проводятся исследования и реализуются меры по ускорению развития электроэнергетики, которая является одним из важнейших секторов экономики, а также производства качественной продукции с обеспечением сбережения энергии и ресурсов за счет использования новых технологий в управлении ткацкими станками на текстильных предприятиях. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в частности, указаны задачи как «...сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, повышение производительности труда в отраслях экономики»². Реализация данных задач, включая разработку энергосберегающих режимов асинхронных двигателей с помощью преобразователя частоты и обнаружение изменений характеристик структуры

¹ www.sciencedirect.com, www.scopus.com, www.literature.rockwellautomation.com

² Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

пряжи в конструкции асинхронных двигателей прядильных машин является одной из важных задач.

Данная диссертационная работа в определенной мере служит выполнению задач, указанных в Законе Республики Узбекистан «О рациональном использовании энергии» (№12412-1), принятом в апреле 1997 г., Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-3012 от 26 мая 2017 года «О мерах по повышению энергоэффективности в социальной сфере и промышленности, дальнейшему расширению использования возобновляемых источников энергии в 2017-2021 годах», Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-2687 от 21 декабря 2016 года «О Программе мероприятий по дальнейшему развитию текстильной промышленности на 2017-2019 годы», а также в других нормативно-правовых актах, связанных с этой деятельностью.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. “Энергетика, энерго- и ресурсосбережение”.

Степень изученности проблемы. Анализ возможности энергосбережения текстильных предприятий показывает, что имеется значительный потенциал экономии электроэнергии через повышение эффективности работы электрических моторов. Поэтому данный вопрос является требованием современности. Выполненная научная работа направлена на решение вышеперечисленных проблем, которыми занимались многие ученые, в том числе Малецкая С.В., Малецкий В.В., А.Н.Косыгина, Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А., Жуковский Н.Е., Уразбаев М.Т., Минаков А.П., Крылов А.Н., Ерченко П.Ф. и др., проводившие научные работы по выпуску качественной продукции путем энерго- и ресурсосбережения при эксплуатации асинхронных моторов ткацких станков и прядильных машин текстильных предприятий. Наряду с этим, такими учёными как Н.Ф.Ильинский, И.Я.Браславский, И.А.Башмаков, М.Х.Чоджая, Г.И.Алешин, Г.А.Вагин, А.Б.Лоскутов, А.Г. Вакулко, А.С.Охотин, А.А.Злобин, М.В.Самойлов, К.Кожевников, И.Кузник, М.Тиунов, Н.А.Сепольская, В.С.Степанов и др. были усовершенствованы способы частотного выпрямления асинхронных моторов.

Вопросами повышения энергоэффективности промышленных предприятий страны такими учёными как Х.Ф. Фазилов, Р.А.Захидов, Т.Х.Насыров, К.Р. Аллаев, А.А.Хашимов, Т.С. Камалов, Ф.А.Хашимов, Н.Б. Пирматов, О.Х. Ишназаров были проведены научные исследования, и были достигнуты положительные результаты в повышении энергоэффективности на основе производственных характеристик предприятий.

Несмотря на значительные успехи, анализ проведенных научных работ показывает, что была проделана большая научная работа по производству

текстильных изделий с эффективным использованием сырья. Однако методы достижения экономии энергии и ресурсов при работе асинхронных двигателей ткацких и прядильных машин изучены недостаточно. В данной работе подробно рассмотрены вопросы достижения экономии энергии и ресурсов при работе асинхронных двигателей ткацких и прядильных машин и предложены их решения.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертация выполнена в рамках плана научно-исследовательской работы ОТ-Ф2-62 «Развитие теории создания системы энергообеспечения «интеллектуальной» электросети промышленного предприятия на основе обобщенного показателя эффективности» (2017-2020 гг.), реализуемого в Бухарском инженерно-технологическом институте.

Цель исследования: энерго- и ресурсосбережение путем компенсации реактивной мощности и частотного управления асинхронными моторами, применяемыми на технологических машинах текстильных предприятий.

Задачи исследования:

экономия энергии и ресурсов за счет настройки частоты асинхронных двигателей, используемых в текстильной промышленности, и повышение эффективности технологических машин;

составление усовершенствованной схемы электропривода ткацкого станка, построение частотных характеристик и проверка устойчивости;

анализ передаточной функции и параметров блок-схемы асинхронных двигателей в машинах;

проведение экспериментальных испытаний асинхронных двигателей, используемых в ткацких и прядильных машинах.

Объект исследования: асинхронные моторы технологических машин текстильной промышленности.

Предмет исследования заключается в исследовании основных режимов, совершенствовании вычислительных методов, а также создании способа управления асинхронными моторами ткацких станков и прядильных машин, выпускающих качественную продукцию с энерго- и ресурсосбережением.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы методы управления скоростью мотора частотным преобразователем плавного пуска при эксплуатации асинхронных моторов ткацких станков, математическое моделирование компенсации реактивной мощности асинхронного мотора, а также экспериментальные методы исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствован метод управления асинхронными двигателями ткацких станков на базе преобразователя частоты;

разработана система «преобразователь частоты - асинхронный двигатель - ткацкий станок» с учетом технологических параметров ткацких станков;

на основе усовершенствованной схемы электропривода ткацких станков проанализирована устойчивость режимов работы и определены пределы стабильной работы;

энергосберегающие режимы работы асинхронных двигателей разработаны на основе обнаружения изменения характеристик структуры пряжи.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан способ управления, позволяющий сэкономить 11 % электроэнергии путем управления скоростью асинхронных моторов ткацких станков текстильных предприятий;

разработан метод ресурсосбережения (производства качественной ткани) в процессе эксплуатации ткацких станков на текстильных предприятиях;

разработана программа, компенсирующая реактивную мощность ткацких и прядильных цехов текстильных предприятий, приводящая к электросбережению.

Достоверность результатов исследования.

Достоверность результатов исследования подтверждается практическим применением асинхронных моторов ткацких станков с помощью способа частотного управления на основе закрытой системной функциональной схемы и определяется соответствием практических решений полученных результатов и их внедрением в практику.

Научное и практическое значение результатов исследования. Научная значимость результатов исследования определяется разработкой закрытой системной функциональной схемы и производства качественной ткани путем частотного управления асинхронных моторов ткацкого станка.

Практическая значимость результатов исследования определяется тем, что разработанная закрытая системная функциональная схема позволяет улучшать основные технические характеристики ткацкого станка.

Внедрение результатов исследований.

По результатам, полученным при управлении асинхронными двигателями ткацких станков с помощью преобразователя частоты:

Патент на способ управления ткацкими станками с помощью преобразователя частоты получен в Агентстве интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан (ИАП 05999-2018). В результате удалось сэкономить 11% потребляемой электроэнергии и производить качественные ткани;

Метод частотного регулирования асинхронных двигателей внедрен на Бухарском текстильном предприятии ООО «RUSHAN TEKS» (справочник Ассоциации текстильной промышленности от 5 ноября 2018 г. №БМ-06-5878). В результате годовой экономический эффект составил 133,01 млн. сумов;

Устройство компенсации реактивной мощности внедрено ООО «DAEWOO TEXTILE» (справочник Ассоциации текстильной промышленности

от 5 ноября 2018 г. №ВМ-06-5878). В результате годовой экономический эффект составил 162,17 млн сумов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 8 научно-практических конференциях, в частности на 2 международных и 6 республиканских конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации изданы 25 научных статей. Из них 2 опубликованы в зарубежных странах, получен 1 патент на Изобретение, 2 – в научных журналах стран СНГ, в частности в России, 3 – на международных конференциях, 6 – в научных журналах, 11 – в сборниках научных конференций.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Объём диссертационной работы составляет 116 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснованы актуальность и востребованность работы, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложена степень изученности проблемы, раскрыта связь исследования с научно-исследовательскими планами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация, сформулированы цель и задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность, научное и практическое значение работы, показано внедрение результатов диссертационного исследования в производство.

В первой главе диссертации **“Энергопотребление на текстильных предприятиях”** раскрыты состояние теории и практики в сфере изучаемого предмета исследования, направления перспективного развития и традиции совершенствования данной сферы. В настоящее время на ткацких станках и прядильных машинах текстильных предприятий применяются в основном асинхронные моторы. Сейчас на бухарском предприятии ООО “RUSHAN TEKS” используются ткацкие станки и прядильные машины. Из прядильных машин – прядильные машины типа R-923. На прядильных машинах типа R-923 применяются в основном трехфазные асинхронные моторы с короткозамкнутым ротором класса 2SE132M-4A, FDR100LC/4Q и др. Их мощность составляет 7,5 кВт, 9,2 кВт, 2x11 кВт, 15 кВт, 3x18,5 кВт, 2x22 кВт, а напряжение – 220/380 В. В настоящее время в ООО “RUSHAN TEKS” г. Бухары Бухарской области применяются ткацкие станки типа СТБ. В настоящее время на ткацких станках ООО “RUSHAN TEKS” применяются в основном трехфазные асинхронные моторы с короткозамкнутым ротором класса 4A100L6У3, 4A100S4У3, 4A112МА6У3, 4АИРМ06У3, 4АИРМ11В6У3 и др. Их мощность составляет 2,2 - 4 кВт, а напряжение - 220/380 В. К асинхронным электроприводам, применяемым на ткацких станках и

прядильных машинах текстильных предприятий предъявляются следующие основные требования:

- гладкий запуск; - оперативная остановка при обрыве нити; - равномерное поддержание натяжения нитей в ходе технологического процесса.

В целях выполнения вышеприведенных требований, управление асинхронным электроприводом, применяемым на ткацких станках и прядильных машинах, рассматриваемых в данной диссертационной работе осуществлено с применением частотного преобразователя. Месячные значения активной и реактивной энергий, потребленных за последние 4 года прядильными и ткацкими цехами предприятия ООО “RUSHAN TEKS” МЧЖ приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Название цеха	Активная энергия, $W_a; \text{кВт} \cdot \text{ч}$	Реактивная энергия, $W_p; \text{кВар} \cdot \text{ч}$
<i>в 2014 году</i>		
Прядильный цех	951	543
Ткацкий цех	18307	16624
<i>в 2015 году</i>		
Прядильный цех	7831	3943
Ткацкий цех	27576	19136
<i>в 2016 году</i>		
Прядильный цех	12526	6850
Ткацкий цех	34124	21458
<i>в 2017 году</i>		
Прядильный цех	19076	8989
Ткацкий цех	43125	24456

В главе 2 “Организационные и технические меры по энергосбережению на текстильных предприятиях” на текстильных предприятиях используются в основном ткацкие станки и прядильные машины. В частности, этапами технологического процесса являются хлопкоочистка, изготовление хлопковой пряжи на прядильных машинах. Поэтому, изучение возможностей энергосбережения на электрических моторах было определено основной целью исследования. Результаты экспериментов, проведенных на асинхронных моторах ткацких станков и прядильных машин ООО “RUSHAN TEKS” г. Бухары Бухарской области и Бухарского филиала Иностранного предприятия ООО “Daewoo Textile” приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

№	Меры по энергосбережению	Получаемый результат	Энергосбережение %
1	Своевременная смазка подшипников асинхронных моторов	Снижает нагрузку	3.5 %
2.	Применение электроприводов с регулируемой скоростью	Доставка энергии согласно нагрузке	11%
3.	Замена морально устаревших	Снижение растра	2-5 %

моторов на новые	электроэнергии		
4.	Ограничение времени холостой работы асинхронных моторов	Снижает растрату холостой работы	1-5 %
5.	Перевод моторов со схемы «треугольник» на схему «звезда»	Снижает растрату энергии	1-5 %
6.	Компенсация реактивной мощности	Снижаются растраты	10-17%
7.	Правильный выбор асинхронных моторов неполной загрузки	Снижение моторной мощности	7%

К примеру применение электроприводов с регулируемой скоростью приводит к 11%-ному энергосбережению. Это было определено в ходе проведения следующих экспериментальных исследований (приложение 5). То есть в процессе управления асинхронным мотором ткацкого станка частотным преобразователем было достигнуто энергосбережение. При этом, количество энергии в момент пуска асинхронного мотора ткацкого станка мощностью $P=2,2$ кВт при управлении без частотного преобразователя в первый раз за один час составило $W_3 = 1$ кВт *ч. А во второй раз количество энергии в момент пуска асинхронного мотора ткацкого станка такой же мощности $P=2,2$ кВт при управлении частотным преобразователем за один час составило $W_3 = 0,89$ кВт *ч. А общая разница равна $W_3 = 0.11$ кВт *ч. Значит при управлении асинхронного мотора ткацкого станка частотным преобразователем была достигнута экономия затрат электроэнергии на 11% за один час. Данный процент был проверен и на асинхронном моторе 3 кВт (приложение 5).

В третьей главе “**Энергосбережение на асинхронных моторах на примере текстильного предприятия ООО “RUSHAN TEKS”**” электрические моторы, применяемые на одном из текстильных предприятий, а именно на текстильном предприятии ООО “RUSHAN TEKS” г. Бухары, можно запустить несколькими способами. Запуск с применением современных энергосберегающих моторов, достижение энергосбережения путем изменения мощности моторов, достижение энергосбережения путем компенсации реактивной мощности моторов и управление скоростью моторов ткацкого станка частотным преобразователем. Основными потребителями реактивной мощности на текстильных предприятиях являются трехфазные асинхронные моторы. Динамика изменения реактивной мощности выражается коэффициентом реактивной мощности.

$$tg\varphi = \frac{Q}{P}, \quad (3.1)$$

где $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ – реактивная мощность, $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ – активная мощность, φ – угол между векторами напряжения и тока.

Хотя при полной характеристике производственных режимов потребителей электроэнергии $tg\varphi$ часто используется коэффициент мощности:

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}, \quad (3.2)$$

где $S = U \cdot I$ – полная мощность.

Коэффициент мощности характеризует ту часть полной мощности, которая была потрачена на полезную работу. Если снижается коэффициент мощности потребителя, то повышается полная мощность сети, т.е.:

$$S_T = \frac{P_p}{\cos \varphi}, \quad (3.3)$$

где при постоянных значениях показателя U и P_p – активной мощности потребителя повышается значение реактивного тока

$$I_P = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (3.4)$$

что приводит к повышению эксплуатационных расходов, т.е. увеличивается растрата электроэнергии сети:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot I_P^2 = \frac{R \cdot P_p^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi}, \quad (3.5)$$

где R – активное сопротивление одной фазы трехфазного устройства. Определение коэффициента мощности АД.

Коэффициент мощности АД определяется следующим выражением:

$$\cos \varphi = P/S = P/\sqrt{P^2 + Q^2}, \quad P = M \cdot \omega + 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1 - \text{активная мощность} \quad (3.6)$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot p / 60 = \pi \cdot n \cdot p / 30$$

где угловая скорость равна

$$Q = 3 \cdot I_\mu^2 \cdot x_\mu + 3 \cdot I_1^2 \cdot x_1 + 3 \cdot I_2^2 \cdot x_2 - \text{реактивная мощность};$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} - \text{полная мощность} \quad (3.7)$$

Для достижения $\cos \varphi = 1,0$ как правило приходится подключать дополнительную конденсаторную батарею. Расчет емкости конденсаторов, необходимых для компенсации реактивной мощности осуществляется следующей формулой:

$$C = \frac{P}{\omega \cdot U^2} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (3.8)$$

где $P = I_a \cdot U$ – активная мощность потребителя электричества, $\omega = 2\pi f$ – угловая частота, U – напряжение сети, φ_1, φ_2 – углы между вектором тока \dot{I} до и после компенсации активной мощности и напряжением сети U .

Мощность конденсаторных батарей определяется следующей формулой:

$$Q = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2). \quad (3.9)$$

Следовательно, необходимо компенсировать реактивную мощность. Для этого рядом с щитом, относящимся к данному цеху устанавливается отдельный шкаф, где находятся конденсаторы. В этот шкаф помещаются конденсаторы (таблица 3.3)

Таблица 3.3

Таблица сравнения асинхронных моторов прядильных машин предприятия с перерасчетом по потреблению реактивной мощности. В расчете 2018 года

№	Месяц	Наименование организации	Фактическое потребление		Нормативная стоимость tgφ	Фактическое значение tgφ	Норматив cosφ по формуле	Фактический cosφ по формуле	Коэффициент мощности Патери и 1/a* cosφ^2	Нормативные технологические потери кВт*ч	Фактические технологические потери кВт*ч	Перерасчет	
			Активная энергия кВт*ч	Реактивная энергия кВар*ч								кВт*ч	Сумма
1	Январь	"RUSHAN TEKS"	120 600	53 200	0,25	0,44	0,97	0,915	1,19	31 356	37 458	6 102	1 128 444,38
2	Февраль	"RUSHAN TEKS"	159 400	60 200	0,25	0,38	0,97	0,936	1,14	27 098	30 963	3 865	665 404,66
3	Март	"RUSHAN TEKS"	136 400	47 800	0,25	0,35	0,97	0,944	1,12	23 188	26 036	2 848	500 735,08
4	Апрель	"RUSHAN TEKS"	134 000	47 800	0,25	0,36	0,97	0,942	1,13	21 440	24 168	2 728	453 394,10
5	Май	"RUSHAN TEKS"	108 600	38 800	0,25	0,36	0,97	0,942	1,13	17 376	19 594	2 218	417 042,92
6	Июнь	"RUSHAN TEKS"	107 800	40 200	0,25	0,37	0,97	0,937	1,14	17 248	19 647	2 399	433 902,24
7	Июль	"RUSHAN TEKS"	138 800	60 800	0,25	0,44	0,97	0,916	1,19	22 208	26 469	4 261	740 435,93
8	Август	"RUSHAN TEKS"	149 000	81 000	0,25	0,54	0,97	0,879	1,30	23 840	30 885	7 045	1 228 571,47
9	Сентябрь	"RUSHAN TEKS"	83 200	22 600	0,25	0,27	0,97	0,965	1,07	13 312	14 294	982	178 707,07
10	Октябрь	"RUSHAN TEKS"	83 600	61 400	0,25	0,73	0,97	0,806	1,54	13 376	20 591	7 215	1 364 545,14
11	Ноябрь	"RUSHAN TEKS"	90 200	24700	0,25	0,27	0,97	0,964	1,07	20 484	22 020	1536	288792,20
12	Декабрь	"RUSHAN TEKS"	90 600	38 400	0,25	0,42	0,97	0,921	1,18	20 575	24 271	3 696	654 997,45
		Итого:	1 402 200	553 600								44 895	8054972,64

В процессе эксплуатации асинхронных моторов, применяемых на прядильных машинах предприятия ООО “RUSHAN TEKS” было достигнуто энергосбережение путем компенсации реактивной мощности конденсаторами.

При подаче напряжения на асинхронные моторы ткацких станков возникает ударный ток, который называется пусковым током или током при заторможенном роторе. Пусковой ток превышает номинальный в 4-7 раз и действует кратковременно. После разгона асинхронного мотора ток падает до минимального значения. Кроме того, возникали случаи опущения уточных нитей без переплетения с основными нитями и нарушения переплетения на коротких участках ткацкого станка, что приводило к появлению на ткани нескольких рядов полос, обрыву нитей. Такой случай приведен на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Ткань, образованная в процессе управления учебным станком без частотного преобразователя

Способ управления асинхронных моторов ткацких станков с помощью частотного преобразователя. Цель этого заключается в осуществлении пуска и управления асинхронных моторов ткацких станков с помощью частотного преобразователя, который устанавливается между автоматом и асинхронным мотором и управляет частоту вращения асинхронного мотора, приводит к дополнительной экономии электроэнергии. На рис 3.3 показана схема реализации предложенного способа.



Рис. 3.3. Схема управления асинхронным мотором ткацкого станка с помощью частотного преобразователя

На рис 3.4 показана закрытая функциональная схема частотного управления ткацкими станками текстильного предприятия ООО “RUSHAN TEKS” с помощью асинхронного мотора.

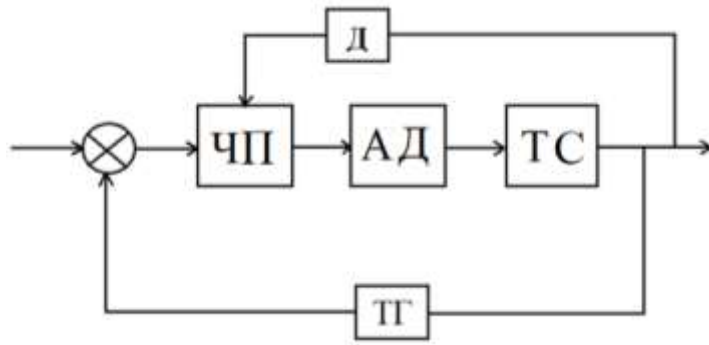


Рис. 3.4. Закрытая функциональная схема частотного управления ткацкими станками текстильного предприятия ООО “RUSHAN TEKS” с помощью асинхронного мотора

Электромагнитный момент асинхронной машины взаимодействует с вращательной площадью, которая образована обмоткой статора активного образователя ($I_2 \cos\psi_2$) тока, проходящего через проводники обмотки ротора, т.е. магнитным потоком Φ_{\max} , и на основе закона Ампера возникает электромагнитная сила $F_{em} = B_{\delta} li$. Электромагнитный момент, образованный этой силой определяется следующим образом:

$$M = C_M \cdot \Phi_{\max} \cdot I_2 \cdot \cos\psi_2, \quad (3.10)$$

при этом: $C_M = p \cdot m_2 \cdot k_{ch2} / \sqrt{2}$ – постоянная величина; Φ_{\max} – максимальное значение магнитного потока.

Формула (3.10) является правильной не только для асинхронных машин, но и для всех видов электрических машин. Эта формула устанавливает связь между значением момента и физическими явлениями, происходящими в моторе. Его удобно использовать при качественном анализе разных режимов рабочего процесса мотора. Однако величины, входящие в эту формулу (Φ_{\max} , I_2 и $\cos\psi_2$) не связаны напрямую с напряжением сети и рабочим режимом машины, и определить их экспериментальным путем довольно сложно. Поэтому ниже дается другая формула, с помощью которой можно наиболее проще определить значение электромагнитного (вращательного) момента, учесть влияние на него различных параметров и эксплуатационных режимов машины. От обобщенных уравнений машин получаются уравнения асинхронных машин. Уравнение равновесия напряжений машины в устойчивом режиме имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{s\alpha} &= R_s \dot{I}_{s\alpha} + j\omega L_s \dot{I}_{s\alpha} + j\omega M \dot{I}_{r\alpha}, \\ \dot{U}_{s\beta} &= R_s \dot{I}_{s\beta} + j\omega L_s \dot{I}_{s\beta} + j\omega M \dot{I}_{r\beta}, \\ -\dot{U}_{r\alpha} &= R_r \dot{I}_{r\alpha} + j\omega L_r \dot{I}_{r\alpha} + j\omega M \dot{I}_{s\alpha} + M \dot{I}_{s\beta} \omega_r + L_r \dot{I}_{r\beta} \omega_r, \\ -\dot{U}_{r\beta} &= R_r \dot{I}_{r\beta} + j\omega L_r \dot{I}_{r\beta} + j\omega M \dot{I}_{s\beta} + M \dot{I}_{s\alpha} \omega_r + L_r \dot{I}_{r\alpha} \omega_r, \end{aligned} \right\} \quad (3.11)$$

где $\dot{U}_{s\alpha}$, $\dot{U}_{s\beta}$, $\dot{U}_{r\alpha}$, $\dot{U}_{r\beta}$ - напряжения в обмотках статора и ротора по осям α и β соответственно; ω_r - угловая скорость ротора; $\dot{I}_{s\alpha}$, $\dot{I}_{s\beta}$, $\dot{I}_{r\alpha}$, $\dot{I}_{r\beta}$ - токи в

обмотках статора и ротора по осям α и β соответственно; R_s, R_r - активные сопротивления обмоток статора и ротора; L_s, L_r - рассеивающая индуктивность обмоток статора и ротора; M - взаимная индуктивность; j - инерционный момент. Для короткозамкнутых асинхронных машин $\dot{U}_{r\alpha} = 0$; $\dot{U}_{r\beta} = 0$. С учетом $j\omega L_s = j\omega M + j\omega l_{s\sigma}$, $j\omega L_r = j\omega M + j\omega l_{r\sigma}$; $x_0 = \omega M$; $x_s = \omega l_{s\sigma}$; $x_r = \omega l_{r\sigma}$ и относительных скоростей $v = \omega_r / \omega_s$ уравнение равновесия напряжений асинхронной машины будет иметь следующий вид.

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{s\alpha} &= R_s \dot{I}_{s\alpha} + jx_s \dot{I}_{s\alpha} + jx_0 \dot{I}_{s\alpha} + jx_0 \dot{I}_{s\alpha}, \\ \dot{U}_{s\beta} &= R_s \dot{I}_{s\beta} + jx_s \dot{I}_{s\beta} + jx_0 \dot{I}_{s\beta} + jx_0 \dot{I}_{s\beta}, \\ 0 &= -R_r \dot{I}_{r\alpha} - jx_r \dot{I}_{r\alpha} - jx_0 \dot{I}_{r\alpha} - jx_0 \dot{I}_{s\alpha} + x_0 \dot{I}_{r\beta} v + (x_r + x_0) \dot{I}_{r\beta} v, \\ 0 &= -R_r \dot{I}_{r\beta} - jx_r \dot{I}_{r\beta} - jx_0 \dot{I}_{r\beta} - jx_0 \dot{I}_{s\beta} + x_0 \dot{I}_{r\alpha} v + (x_r + x_0) \dot{I}_{r\alpha} v. \end{aligned} \right\} \quad (3.12)$$

Учитывая $\dot{I}_{s\beta} = j\dot{I}_{s\alpha}$, $\dot{I}_{r\beta} = j\dot{I}_{r\alpha}$ и после промежуточных изменений получим следующие уравнения.

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_s &= R_s \dot{I}_s + jx_s \dot{I}_s + jx_0 \dot{I}_0, \\ 0 &= -R_r \dot{I}_r - jx_r (l-v) \dot{I}_r - jx_0 (l-v) \dot{I}_r - jx_0 (l-v) \dot{I}_s, \\ \dot{I}_0 &= \dot{I}_s + \dot{I}_r. \end{aligned} \right\} \quad (3.13)$$

Приведем обмотку ротора к обмотке статора и учитывая скольжение:

$$S = \frac{n_c \pm n_r}{n_c} = 1 \pm v, \quad (3.14)$$

после произведения замен $\dot{E}_0 = -j\dot{I}_0 z_0$ и $\dot{E}_s = \dot{E}_r = \dot{E}_0$ получим следующее уравнение для асинхронной машины:

$$\dot{U}_s = -\dot{E} + \dot{I}_s z_s, \quad 0 = \dot{E}_0 - \dot{I}'_r z_r - \dot{I}'_r R'_r (1-s) / s, \quad (3.15)$$

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_s + \dot{I}'_r, \quad (3.16)$$

Для обмотки статора уравнение (3.12) можно записать в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} U_{s\alpha} &= d\Psi_{s\alpha} / dt - w_s \Psi_{s\beta} + R_s I_{s\alpha} \\ U_{s\beta} &= d\Psi_{s\beta} / dt - w_s \Psi_{s\alpha} + R_s I_{s\beta} \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

Для обмотки ротора:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= d\Psi_{r\alpha} / dt - (w - w_s) \Psi_{r\beta} + R_r I_{r\alpha} \\ 0 &= d\Psi_{r\beta} / dt - (w - w_s) \Psi_{r\alpha} + R_r I_{r\beta} \end{aligned} \right\}, \quad (3.18)$$

Уравнение движения ротора

$$\frac{dw_r}{dt} = \frac{P}{T_j} (M_{эм} - M_C), \quad M_C = F_T \cdot l \quad (3.19)$$

где: F_T - сила натяжения нитей; l - длина нитей

Электромагнитный момент асинхронного мотора

$$M_{эм} = \frac{m_1 \cdot U^2_{1ном}}{\omega_{1ном}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{1}{[a(\alpha)]^2 \cdot \frac{\beta}{r_2} + [b(\alpha)]^2 \cdot \frac{r_2}{\beta} + 2 \cdot r_1 \cdot \alpha} \quad (3.20)$$

где $\alpha = \frac{\omega_1}{\omega_{1ном}} = \frac{f_1}{f_{1ном}}$, $\beta = \frac{\omega_2}{\omega_{1ном}} = \frac{\omega_1 - \omega}{\omega_{1ном}} = \frac{f_2}{f_{1ном}}$, $\gamma = \frac{U_1}{U_{1ном}}$; $a = \frac{r_1}{r_2}$.

Приведем к формуле Клосса:

$$M_{эм} = \frac{2 \cdot M_{к} \cdot (1 + q \cdot \beta_{к})}{\frac{\beta}{\beta_{к}} + \frac{\beta_{к}}{\beta} + 2 \cdot q \cdot \beta_{к}}, \quad (3.21)$$

где $q = \frac{r_1 \cdot X_m^2}{r_2 \cdot \alpha \cdot Z_1^2}$; $\beta_{к} = r_2 \frac{Z_2(\alpha)}{Z_1(\alpha) \cdot X_2}$ - абсолютно критическое скольжение.

Критический момент: $M_{к}(\alpha, \gamma) = \frac{m_1 \cdot U^2_{1ном}}{\omega_{1ном}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{q\beta_{к}}{2 \cdot r_1 \cdot \alpha(1 + q\beta_{к})}$ (3.22)

Закономерность управления асинхронного мотора

$$\gamma = \alpha \sqrt{\mu} \quad \text{или} \quad \frac{U}{U_{ном}} = \frac{f}{f_{ном}} \cdot \sqrt{\frac{M}{M_{ном}}} \quad (3.23)$$

На рис 3.5 изображены механические характеристики применяемого на ткацких станках асинхронного мотора с короткозамкнутым ротором типа 4А100L6У3 мощностью 2,2 кВт, напряжения 220/380 В, скоростью вращения 950 об/мин, в состоянии естественного (непрерывная линия) и частотного управления на основе закона $U/f = \text{const}$ (пунктирная линия).

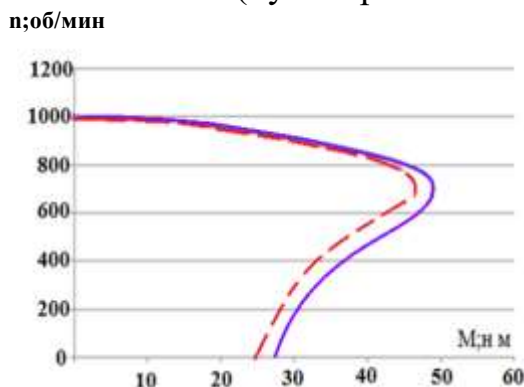


Рис. 3.5. Механические характеристики асинхронного мотора с короткозамкнутым ротором типа 4А100L6У3 в состоянии: естественного (непрерывная линия) и частотного управления (пунктирная линия)

Из рис 3.5 видно, что механическая характеристика асинхронного мотора ткацкого станка в состоянии частотного управления очень близка к естественной механической характеристике. В процессе управления ткацких станков с помощью частотного преобразователя были предотвращены следующие дефекты:

1. Не происходит обрыв нитей, в результате ткуться также и некоторые участки, оставшиеся неткаными.
2. Предотвращаются случаи опущения уточных нитей без переплетения с основными нитями, т.е. поддерживается одинаковая натяженность (одинаковая скорость).
3. Предупреждается нарушение переплетения на коротких участках в результате опущения уточных нитей без переплетения с основными нитями, т.е. появление на ткани нескольких рядов полос, обрыв нитей (поддерживается)

одинаковая натяженность, т.е. одинаковая скорость), а также достигается выпуск качественной ткани.

На рис 3.6 изображена ткань, образованная в процессе управления асинхронным мотором ткацкого станка через частотный преобразователь.



Рис 3.6. Ткань, образованная в процессе управления асинхронного мотора ткацкого станка через частотный преобразователь

Более того, при управлении асинхронным мотором ткацких станков через частотный преобразователь в ходе проведения экспериментальных исследований не происходит обрыв нитей, в результате чего можно добиться производства качественной ткани в значительном объеме с низкими затратами времени.

Таблица 3.4

2,2 кВт Мотор	Выпуск ткани в процессе управления асинхронного мотора ткацкого станка без частотного преобразователя (в метрах)	Выпуск ткани в процессе управления асинхронного мотора ткацкого станка частотным преобразователем (в метрах)	Разница, прибыль (в метрах)	Полученная прибыль на 1 ткацкий станок (в сумах)	Полученная прибыль на 108 ткацких станков (в сумах)
За 1 -Час	7	9	2	18000	1944000
За 1 -Сутки (21 час)	147	189	42	378000	40824000
За 1 – Месяц (26 дней)	3822	4914	1092	9828000	1061424000
За 1 - Год (12 месяцев)	45864	58968	13104	117936000	12737088000

В главе 4 “Эксперименты с асинхронными моторами, применяемыми на прядильных машинах и ткацких станках текстильных предприятий” были проведены эксперименты с применяемыми в настоящее время асинхронными моторами на примере текстильных предприятий – ООО “RUSHAN TEKS” и Бухарский филиал Иностранного предприятия ООО “Daewoo Textile”. Осциллограммы получены на осциллографе типа “Peak Tech-1240” германского производства. На рис 4.1. изображена осциллограмма работы асинхронного мотора в режиме холостого хода. Из этого можем

увидеть, что изменение напряжения фазы в данном режиме имеет синусоидальную форму.

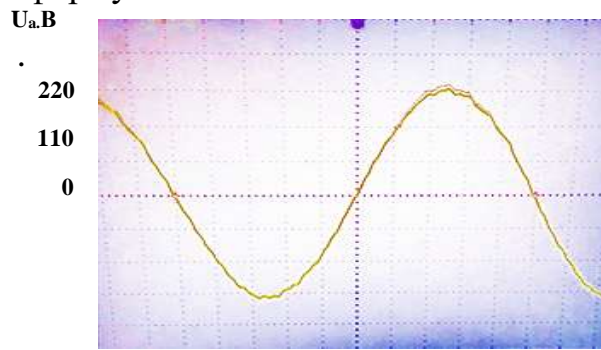


Рис 4.1. Осциллограмма напряжения фазы в режиме холостой работы асинхронного мотора

В следующей схеме из осциллограммы процесса работы асинхронных моторов такого же напряжения и такой же мощности, только в режиме нагрузки можно увидеть, что форма напряжения в графике искажается по сравнению с формой синусоиды, так как появляются высокие гармоники.

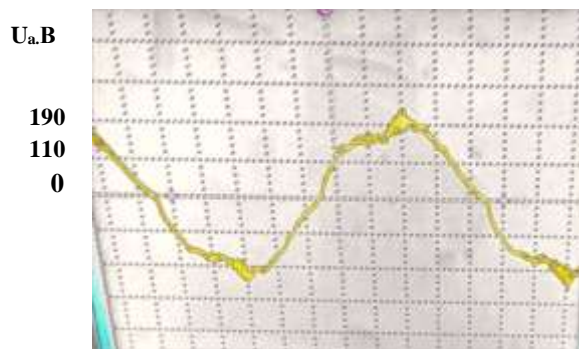


Рис 4.2. Осциллограмма напряжения фазы в режиме нагрузки асинхронных моторов

В следующей нашей схеме в процессе получения осциллограммы путем подключения к мотору статического конденсатора в ходе работы асинхронного мотора в режиме нагрузки можем увидеть, что форма напряжения фазы будет иметь форму синусоиды из-за компенсации высоких гармоник в графике.

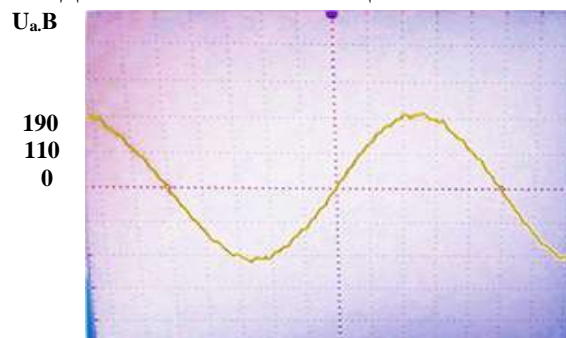


Рис 4.3. Осциллограмма напряжения фазы в режиме нагрузки через конденсатор асинхронного мотора

В заключение можем сказать, что возможность получить электросбережение путем компенсации реактивной мощности, если в процессе эксплуатации асинхронных электрических моторов, применяемых на текстильных предприятиях, управление моторами будем осуществлять через статические конденсаторы, была доказана путем проведения экспериментальных исследований на примере ООО "RUSHAN TEKS" МЧЖ и Бухарского филиала Иностранного предприятия ООО "Daewoo Textile". Более того можно увидеть экспериментальные исследования, полученные по скорости асинхронных моторов (рис 4.4-4.6).

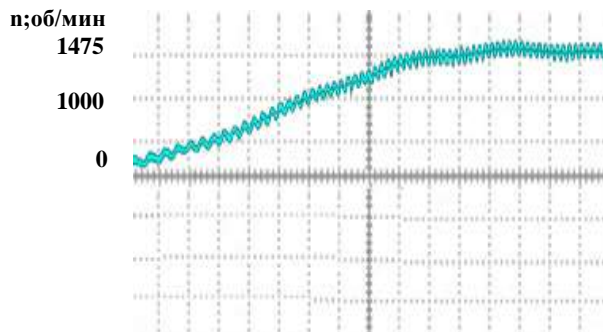


Рис 4.4. Осциллограмма скорости в момент пуска в режиме холостого хода асинхронного мотора

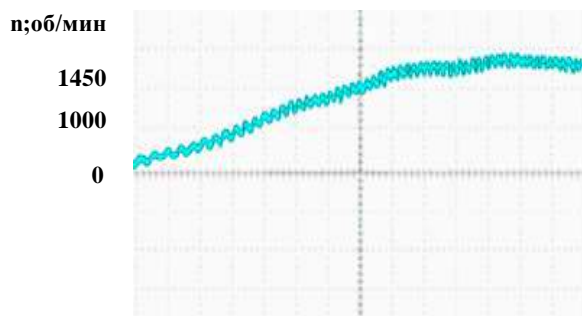


Рис 4.5. Осциллограмма скорости в момент пуска в режиме нагрузки асинхронного мотора

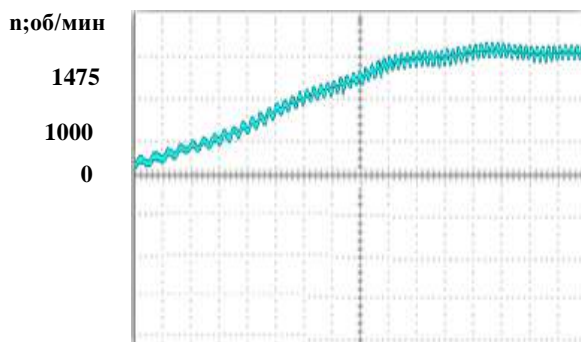


Рис 4.6. Осциллограмма скорости в момент пуска путем подсоединения конденсатора в режиме нагрузки асинхронного мотора

В процессе пуска моторов ткацких станков образуются огромные пусковые токи. При подаче напряжения на электрические моторы ткацких станков возникает скачок тока, который называется пусковым током или током при заторможенном роторе. Пусковой ток превышает номинальный в 5-7 раз и действует кратковременно. После разгона электрического мотора ток падает до минимального значения. Для снижения пускового тока, в соответствии с имеющимися нормами и правилами, а также для одновременной стабилизации напряжения снабжения, управление асинхронным мотором ткацких станков будем осуществлять через частотный преобразователь. Пуск и управление ткацких станков будет осуществляться с помощью частотного преобразователя, который устанавливается между автоматом и мотором и управляется частотой вращения мотора, и приводит к дополнительной экономии электроэнергии.

Таблица 4.1

Частота	f, герц	0	10	20	30	40	50
Мотор	п.об/мин	0	300	600	900	1200	1500
Ткацкий станок	п.об/мин	0	36	72	108	144	180

Еще один вид экономии электроэнергии – управление асинхронными моторами ткацких станков через частотный преобразователь типа CFM 210, выпущенный украинским предприятием “Аіронікс компонентс” (г.Киев). Значения годовой потребленной активной и реактивной энергий асинхронным электрическим мотором с короткозамкнутым ротором мощностью $P = 2.2$ кВт в ткацких цехах предприятия ООО “RUSHAN TEKS” приведены в таблице 4.2:

Таблица 4.2

Мотор 2,2 кВт	W_a -кВт*ч	W_p -кВар*ч	1-кВт*ч ЭЭ сумма
1 –Час	1	1,6	250
1 - Сутки (21 час)	21	33,6	
1 –Месяц	546	873,6	
1 - Год (12 месяцев)	6552	10483,2	

Энергосбережение в процессе управления асинхронных моторов ткацких станков ООО “RUSHAN TEKS” через частотный преобразователь мы получим следующим образом. При проведении исследований мы пришли к выводу, что путем управления скоростью асинхронных моторов ткацких станков через частотный преобразователь можно добиться 11%-ной экономии электроэнергии, которая затрачивается при пуске. В заключение можем сказать, что потребление электроэнергии при частотном управлении мотором в процессе эксплуатации асинхронных моторов, применяемых текстильными предприятиями является экономным, поскольку частотный преобразователь обеспечивает регулирование скорости асинхронного мотора, повышение КПД электропривода и снижение растраты мощности асинхронного мотора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему “Энерго и ресурсосбережение на асинхронных моторах, применяемых текстильными предприятиями” были представлены следующие выводы:

1. Разработан метод управления частотой вращения асинхронных двигателей на текстильных предприятиях, запатентованный Агентством интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан (ИАП 05999-2018);

2. Создана новая технология управления асинхронными двигателями ткацких станков на текстильных предприятиях с помощью преобразователей частоты, что повысило производительность труда на текстильных предприятиях;

3. На основе новой структурной схемы электропривода выполнен детальный анализ частотных характеристик и критериев устойчивости;

4. Проанализированы передаточная функция и параметры структурной схемы электропривода, результаты которого показали, что скорость работы системы уменьшается с увеличением постоянной времени. В то же время уменьшается чрезмерная регулировка;

5. В результате управления асинхронными двигателями ткацкого станка с помощью преобразователя частоты можно обеспечить сварные (узловые) места с требуемой скоростью. Кроме того, на примере текстильного предприятия ООО «RUSHAN TEKS» в Бухаре 532045,884 кВтч электроэнергии в год в асинхронных двигателях и на предприятии Бухарского филиала иностранного предприятия ООО «Daewoo Textile» для компенсации реактивной мощности в год соответственно 648695,416 кВт*ч. экономия электроэнергии.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc 03/10.12.2019. T. 03.03 ON
THE AWARD OF PH.D. DEGREE AT THE TASHKENT STATE
TECHNICAL UNIVERSITY**

Bukhara Institute of Engineering Technology

PANOEV ABDULLO TILLOEVICH

**ENERGY AND RESOURCE SAVING ON ASYNCHRONOUS MOTORS
USED BY TEXTILE ENTERPRISES**

**05.05.02– Electrical engineering. Power stations, systems. Electrical complexes and
devices.**

**ABSTRACT OF THESIS OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD)
IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2020

The theme of thesis of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered by the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan (registration number B2019.1.PHD/T412).

The thesis was performed at the Bukhara Institute of Engineering Technology.

The abstract of the thesis in three languages (summary in Uzbek, Russian, English) is posted on the website of the Scientific Council (www.tdtu.uz) and information and educational portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor: Pirmatov Nurali Berdiyovich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents: Ishnazarov Oybek Khairullayevich
Doctor of technical sciences, professor

Taslimov Abdurakhim Dekhkanovich
Doctor of technical sciences, professor

Leading organization: Tashkent state transport university

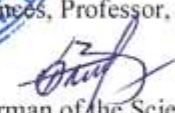
Defense of the thesis will take place on « 16 » december 2020 at 13⁰⁰ o'clock at the meeting of the Scientific Council DSc **03/10.12.2019. T. 03.03** at the Tashkent State Technical University. Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya Street, 2. Tel.: (+99871) 246-46-00; fax: (+99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.


The thesis of the Doctor of Philosophy (PhD) is available at the Information and Resource Center of The Tashkent State Technical University (registered under № 188) Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya Street, 2. Tel.: (+99871) 246-03-41.

Thesis abstract is sent out « 04 » december 2020
(registry protocol № 15 dated « 4 » december 2020




K.R. Allayev
Chairman of the Scientific council
on the award of academic degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician


O.Z. Toirov
Chairman of the Scientific council
on the award of academic degrees,
Doctor of technical sciences. Professor


M.I. Ibodullayev
Chairman of the Academic seminar at the
scientific council
on the award of academic degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

Objective of research: energy and resource saving by reactive power compensation and frequency control of asynchronous motors used on technological machines of textile enterprises.

Tasks of research:

energy and resource saving by adjusting the frequency of asynchronous engines used in the textile industry and improving the efficiency of technology machines;

designing an improved circuit of the weaver loom electric drive, building of frequency characteristics and stability testing;

analysis of the transfer function and parameters of the asynchron engine flow chart in the machines

conducting experimental tests of asynchronous engines used in weaving and spinning machines.

Object of the research: asynchronous engines of the technology machines of textile industry.

Scientific novelty of the research is in the following:

method of managing of looms asynchronous engines, based on frequency converters, is improved;

system “frequency converter - asynchronous engine - loom” is developed, taking into account technological parameters of the loom;

based on the improved circuit of loom electric drive, stability of operating modes is analyzed and stable operation limits are defined;

energy -saving modes of asynchronous engines are designed, based on detecting changes in the characteristics of yarn structure.

The structure and volume of the research work. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, an appendix. The volume of the dissertation is 116 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Тўқув дастгоҳини бошқариш усули № IAP05999. Ихтирога патент. Бюл., №10, 31. 10. 2019 й.
2. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” корхонасидаги тўқимачилик дастгоҳларида қўлланилаётган асинхрон моторнинг механик характеристикасини ҳисоблаш. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Илмий -техникавий журнал, 2018, №3. 101-105 б. (05.00.00; № 24)
3. Ҳазратов И.Х., Паноев А.Т. Асинхрон двигателларини ишлатиш жараёнида электр энергиясини тежаш йўллари. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Илмий -техникавий журнал. 2016, №1. 24-28 б. (05.00.00; № 24)
4. Pirmatov N.B., Panoyev A.T. Calculation of mechanical characteristics of induction motor used in textile machinery at the enterprise RUSHAN TEKS in Bukhara city. European science review № 3–4 2018 March–April Vienna. Publishing 2018 PREMIER, 275-277 p. (05.00.00; № 3).
5. Пирматов Н.Б., Исаматова Д.Н., Юсупов Р.А., Паноев А.Т. Способ определения индуктивного сопротивления рассеяния фазы обмотки ротора асинхронного двигателя с фазным ротором. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Илмий -техникавий журнал. 2018, №1. 83-88 б. (05.00.00; № 24)
6. Паноев А.Т. Бухоро вилояти Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” корхонасидаги тўқимачилик дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторларнинг реактив қувватини қоплаш орқали электр энергия тежамкорлигига эришиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Илмий -техникавий журнал. 2019, №1. 80-85 б. (05.00.00; № 24)
7. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Бухоро вилоят, Бухоро шаҳридаги «RUSHAN TEKS» корхонасидаги тўқимачилик дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторлар. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Илмий -техникавий журнал. 2017, №3. 114-118 б. (05.00.00; № 24).

II- бўлим (II- часть; II- part)

8. Паноев А.Т. Повышение энергоэффективности при переключении обмоток статора по схеме «треугольник - звезда» асинхронных двигателей в текстильной промышленности.-М.: Вопросы науки и образования. 2017, № 10 (11). 7-10 с. (вапвапвап)
9. Паноев А.Т., Рахматов Б.Б. Повышение энергоэффективности при замене малозагруженных асинхронных двигателей в текстильной промышленности. -М.: Вестник науки и образования. 2017, № 6 (30). Том 2. 27-32 с.
10. Ҳазратов И.Х., Паноев А.Т. Электр юритмаларни частотасини ўзгартириш орқали энергетик тежамкорликка эришиш йўллари. Современные проблемы физики конденсированного состояния. Тезисы докладов Республиканской научной конференции. Бухара. 2016, 12-14 апреля. 50-52 с.

11. Nazratov I.X., Panoyev A.T. Asinxron motorlarda quvvat koeffitsiyentini oshirib elektr energiya tejamkorligiga erishish. Ўзбекистон республикаси мустақиллигининг 25 йиллигига бағишланган Республика Олий ва ўрта –махсус таълим юртлари профессор – ўқитувчилари илмий тадқиқотчиларининг “XXI асрда фан ва таълим профессор – ўқитувчилар, катта илмий ходим–изланувчилар илмий мақолалар тўплами (2016 йил декабр). Тошкент, Бухоро, 2016. 117-122 б.

12. Ҳазратов И.Х., Паноев А.Т., Ёдгорова М. Тезлиги частотавий бошқариладиган электр юритмаларда энергия тежамкорлигига эришиш. “Фан ва таълим ютуқлари инсон манфаатлари йўлида ” мавзусида педагог ходимлар, илмий тадқиқотчилар ва талабалар илмий амалий анжумани материаллари. Бухоро. 2017, 26-29 апрел. 344-347 б.

13. Ҳазратов И.Х., Паноев А.Т., Ёдгорова М. Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган электр моторларида энергия тежаш чора тадбирлари. “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишда энергия тежамкорлик муаммолари” республика илмий-техникавий анжуман материаллари тўплами. Қарши. 2017 28-29 апрель, 166-167 б.

14. Пирматов Н.Б., Садуллаев Н.Н., Паноев А.Т. Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган электр моторларини эксплуатация қилиш жараёнида реактив қувватни қоплаш орқали энергия тежамкорлигига эришиш. “Ilmiy tadqiqot va kadrlar tayyorlash tizimida innovatsion hamkorlikni rivojlantirishning muammolari va istiqbollari” mavzusida xalqaro ilmiy –amaliy anjumani materiallari. BUXORO 24-25 noyabr 2017 yil. 351-353 b.

15. Пирматов Н.Б., Садуллаев Н.Н., Паноев А.Т., Умаров К.Г. Тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторларда электр энергиясини тежаш йўллари. Бухоро муҳандислик – технология институти. «Инновацион техника ва технологиялар тадбиғи фаол тадбиркорликни ривожлантиришнинг устивор йўналиши сифатида» мавзусида педагог ходимлар, илмий-тадқиқотчилар ва талабалар илмий-амалий анжумани материаллари (2018 йил 25-28 апрел) Бухоро -2018. 464-467 б.

16. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т., Ҳамдамова Р.Б. Бухоро “RUSHAN TEKS” корхонасидаги тўқимачилик дастгоҳларида қўлланилаётган асинхрон моторларини тезлигини частотавий ростлаш орқали энергия тежамкорликка эришиш йўллари. Бухоро муҳандислик – технология институти «Фаол тадбиркорлик ва инновацион тараққиёт» мавзусидаги республика илмий-назарий конференцияси материаллари. Бухоро. 2018. 266-269 б.

17. Паноев А.Т. Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган асинхрон моторларини ишлатиш жараёнида энергия ва ресурс тежамкорлигига эришиш Бухоро муҳандислик -технология институти «Олий таълим инновацион фаолияти ва фаол тадбиркорлик интеграцияси ривожланишининг муаммолари» мавзусида профессор-ўқитувчилар, илмий изланувчилар, магистрлар ва

талабаларнинг илмий-амалий анжумани материаллари I - том (2019 йил 17-19 апрел) Бухоро – 2019 й. 442-444 б.

18. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т., Исаматова Ж.Н. Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган асинхрон моторларда энергия ва ресурс тежаш чора тадбирлари. Бухоро муҳандислик –технология институти “Замонавий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларини инновацион ечимлари” халқаро илмий анжуман материаллари. 2-Том, 14-16 ноябр, Бухоро - 2019 й. 270-272 б.

19. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Тўқимачилик дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторларнинг реактив қувватини қоплаш орқали электр энергия тежамкорлигига эришиш. Бухоро муҳандислик – технология институти “Замонавий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларини инновацион ечимлари” халқаро илмий анжуман материаллари. 3-Том, 14-16 ноябр, Бухоро- 2019 й. 225-227 б.

20. Паноев А.Т. Энергосбережение на асинхронных двигателях, применяемых на ткацких машинах. International centre for scientific cooperation “SCIENCE AND EDUCATION ”. Международный центр научного сотрудничества “Наука и просвещение”. Пенза, 2019, 109-110 с.

21. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Исаматова Д.Н. Сбережение ресурсов на асинхронных двигателях, применяемых на прядельных машинах и ткацких станках текстильных предприятий. Международной научно – практической конференции ООО “АМИ “, 2019. 82-84 с.

22. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Энергосбережение на асинхронных двигателях на примере текстильного предприятия “Rushan Tekst” ПАО РАЗПРОМ ООО ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ. Казань-2019, 38-39 с.

23. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Бухоро “RUSHAN TEKS” МЧЖ тўқимачилик корхонасида қўлланилаётган асинхрон моторларини тезлигини частотавий ростлаш орқали электр энергия тежамкорликка эришиш. Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети “Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истикболлари” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами 17-19 сентябрь, 2020 йил Тошкент.194-195 б

24. Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Тўқимачилик корхоналаридаги тўқув дастгоҳлари ва йигирув машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторлар (Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” МЧЖ мисолида). Жиззах политехника институти “Ишлаб чиқаришга инновацион технологияларни жорий этиш ва қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш муаммолари” мавзусидаги Республика миқёсидаги илмий-техник анжуманининг материаллари тўплами 1-Том (2020 йил 2 ноябрь) Жиззах -2020й. 93-96 б

Автореферат «ТошДТУ хабарлари» илмий журнал таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди

Бичими 84x60 1/16. «Times New Roman» гарнитураси рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,75. Адади 100. Буюртма № 4.

«ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилди. 100170, Тошкент,
Зиёлилар кўчаси, 13-уй