КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ӨНОР-ЖАЙ ,ЭНЕРГЕТИКА ЖАНА ЖЕР КАЗЫНАСЫН ПАЙДАЛАНУУ МАМАЛЕКТТИК КОМИТЕТИНЕ КАРАШТУУ ЭНЕРГЕТИКА ЖАНА ЭКОНОМИКА ИЛИМИЙ-ИЗИЛДӨӨ ИНСТИТУТУ, И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ , ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСТИТЕТИ

Диссертациялык кеңеш Д. 05.19.590

Кол жазма укугунда
УДК.: 62-503.5:62-135(043.3)

Келебаев Касымбек Кенешович

ЭНЕРГИЯНЫ ҮНӨМДӨГӨН ТУРБОМЕХАНИЗМДҮҮ ЖЫЛУУЛУК ЭЛЕКТРСТАНЦИЯЛАРЫНЫН АВТОМАТТАШКАН ТУТУМУН ИШТЕП ЧЫГУУ

05.14.02-электрчордондор жана электрэнергетикалык тутумдар

Техникалык илимдердин кандидаты илимий даражасын
изденип алуу учун

АВТОРЕФЕРАТ

БИШКЕК – 2020

Диссертациялык иш Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинде “Электр менен жабдуу” кафедрасында аткарылган.

Илимий жетекчи:	**Бочкарев Игорь Викторович**, И.Раззаков атындагы КМТУ нун «Электромеханика» кафедрасынын профессору, техника илимдеринин доктору, профессор
Расмий оппоненттер:	Паздерин Андрей Владимирович, Техника илимдеринин доктору, профессор, Урал федералдык университетти Екатеринбург шаары. Тохтамов Султан Сапарович техника илимдеринин кандидатты, доцент И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетти
Жетектөөчү уюм:	Б.Н.Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетти,720021,Бишкек ш.Киев көч.44.

Диссертациялык иш 22-январь 2021-ж саат 17-00 техника илимдеринин кандидаты даражасына изденүү Кыргыз Республикасынын өнөр- жай, энергетика жана жер казынасын пайдалануу мамлекеттик комитетине караштуу Энергетика жана экономика илим-изилдөө институтунун,И, Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин, Ош мамлекеттик университетинин, алдындагы Д.05.19.590 Диссертациялык кенешинин отурумунда жакталат. Дареги: Бишкек Ш.,Ч. Айтматов пр.66, www.kstu.kg. Zoom: Идентификатор конференции: 7372152414 Кирүү коду 058288.

Диссертациялык иш менен Кыргыз Республикасынын өнөр-жай,энергетика жана жер казынасын пайдалануу мамлекеттик комитетине караштуу Энергетика жана экономика илим-изилдөө институтунун,720055,Бишкек ш.,Ахунбаев коч. 119 www.niiee, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин, Ч. Айтматов пр.66,www.kstu.kg, Ош мамлекеттик университетинин 723500,Ош ш.,Ленин коч. 331 www.oshsu.kg китепканаларынан таанышса болот.

Автореферат “17 “ декабрь 2020 ж. жөнөтүлдү

Д.05.19.590 диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы, т.и.к. Р.А. Акпаралиев

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Иштин актуалдуулугу. Жылуулук электр станциялары (ЖЭС) электр энергетикасында негизги звенолордун бири болуп саналат. Мындай электр станциялар запастары калыбына келтирилбей турган, жана иштөө учурунда айлана чөйрөнү абдан булгаган жаратылыш ресурстарын колдонууну талап кылганына карабастан, алар өтө кеңири колдонулган. Бул, ЖЭС жайгашуудагы эркиндикке ээ экени менен түшүндүрүлөт, анткени зарыл болгон отундар каалаган жерге жеткирилет. Мындан тышкары, ЖЭС, электр энергиясын иштеп чыгуу менен катар, жылытуу жана түздөн түз колдонуу үчүн дагы жеткириле алат, бул шаар чарбасында абдан зор мааниге ээ.

ЖЭСте болуп жаткан термодинамикалык процесстерди жүзөгө ашыруу үчүн алардын негизги жабдуулары көптөгөн турбиналык механизмдерди камтыйт (азыктандыруу, тармак, жүгүртүү, макияж, күчөткүч жана башка насостор, ошондой эле түтүн чыгаруучу, жарылуучу, тегирмен жана башка күйөрмандар), алардын сапатынан ЖЭБдин бардык негизги блокторунун иштеши көз каранды. Ошентип, ЖЭСтин энергетикалык блокторунун ишенимдүү иштеши негизинен ар кандай турбиналык механизмдердин (ТМ) иштөө сапаты менен аныкталат. Алардын электр кыймылга келтиргичинин тутуму, адатта, жабдуунун эң жогорку деңгээлинде иштөөгө ылайыкташтырылган. Бирок ЖЭСтин иштөөсү күнүмдүк жана сезондук жүктөө графиктерин эске алуу менен жөнгө салынгандыктан, ЖЭС ТМнын максималдуу өндүрүмдүүлүгүнүн режими адатта жалпы иштөө убактысынын 20-25% дан ашпайт. Натыйжада, ТМ ЖЭС тин көзөмөлсүз тутумдарынын энергия керектөөсү талап кылынган технологиялык процессти камсыз кылуу үчүн талап кылынган мааниден кыйла ашып кетти. Анын негизинде, ЖЭСте дээрлик бардык ТМ үчүн энергияны үнөмдөөчү башкаруунун автоматташтырылган системаларын (ЭҮБАС) колдонуу керек. ЭҮБАСты колдонуу бир гана электр энергиясын үнөмдөбөстөн, ТМ ишинин технологиялык параметрлерин жакшыртууну камсыз кылат, аны менен ЖЭСке электр энергиясын иштеп чыгуу натыйжалуулугун жогорулатат. ЭҮБАСты колдонуу коммуналдык чарбалардын суу жана жылуулук камсыз кылуу системаларында колдонуу да абдан натыйжалуу.

Бүгүнкү күнү КР дагы электр үнөмдөө проблемасы абдан актуалдуу болуп калды, анткени электр үнөмдөөнү керектөөнүн олуттуу көбөйүшү жылуулук жана электр жүктөмүнүн күзгү-кышкы максимумунун өтүүсүн татаалдантат.

Кубур түтүктөгү суунун же абанын басымын жана чыгымын жөнгө салуунун практикасында дросселдик тээктин жардамы менен жүргүзүлөт, бул технологиялык милдеттерди чечет, бирок ТМ электр кыймылга келтиргичинин энергетикасын эске албайт. ЭҮБАСты колдонуу гидроаэродинамикалык

жөнгө салгычтардын каршылыктарын жеңүүгө байланышкан энергиянын жоголушун жокко чыгарууга жана ТМ кыймылга келтирүүчү кыймылдаткычтын керектелген кубаттуулугун төмөндөтүүгө мүмкүндүк берет, ал айлануу жыштыгына жараша кубдук көз карандылыкты өзгөртөт. Ошентип, ТМны ЭҮБАСка которуу ЖЭСтеги энергияны үнөмдөөнүн эффективдүү жолу болуп саналат.

Жүргүзүлгөн анализ, борбордон качма механизмдердеги ЭҮБАСтын күч бөлүгүн эки тараптуу кубаттандыруунун асинхрондук кыймылдаткычтарынын (ЭКАК) базасында куруу максаттуу экенин көргөздү, алардын ылдамдыгын жөнгө салуу үчүн жыштыкты кайра түзүүчүлөр (ЖКТ) колдонулат, алар ротордук түрмөктүн чынжырында орнотулган. Бул кайра түзүүчүлөрдүн талап кылынган кубаттуулугу кадимки "ЖКТ - асинхрондук чуку туташуучу кыймылдаткыч" системасына караганда 4÷5% азыраак, анткени кайра түзүүгө ротордук чынжырдын кубаттуулугу гана дуушар болот. Мунун аркасынан ЭҮБАС ТМ күч берүүчү бөлүмүнүн реактивдүү керектелген кубаттуулугунун чоңдугу азаят, ал эми ЭКАК реактивдүү кубаттуулуктун компенсатору катары иштей алат. Бул учурда ТМ нын ЭКАК менен башкаруу алгоритмдерин иштеп чыгуу зарыл, ал алардын иштөө режимин жөнгө салуу учурунда электр энергиясынын жоготуусун минималдаштырууга мүмкүндүк берет, ошондой эле күчтүк бөлүгүндө жана ЭҮБАС ТМда элементтердин энергетикалык көрсөткүчтөрүн эсептөөнүн методикасын түзүү керек. Зор практикалык маани эксплуатациялык процессте ЭКАКтын техникалык абалын диагностикалоого байланышкан маселелерде да практикалык мааниге ээ жана аны менен жалпы эле ЭҮБАСтын күчтүк бөлүмүнүн ишенимдүүлүгүн камсыз кылат.

Ошентип, ЭҮБАСтын күчтүк бөлүктөрүнүн техникалык-экономикалык көрсөткүчтөрүн жакшыртуу маселелерин ЖЭЧ турбомеханизмдери менен комплекстүү чечүү маанилүү илимий жана өндүрүштүк-чарба маанисине ээ, бул теманын актуалдуулугун жана иште коюлган милдеттерди жана максаттарды аныктайт.

<u>Диссертациянын темасынын мамлекеттик программалар менен байланышы</u> Иштин тематикасы 2008-жылдын 24-декабрындагы №269 «Энергияны үнөмдөө жөнүндө» КР Мыйзамы менен аныкталган.

Иштин максаты - Эки тараптуу кубаттандыруунун асинхрондук кыймылдаткычтарынын базасында ЖЭЧ турбомеханизмдеринин башкаруунун автоматташтырылган энергияны үнөмдөөсүнүн күчтүк бөлүгүн иштеп чыгуу, бул борбордон качма жүктөм менен жумушчу органдарды камтыган ЖЭЧтин техникалык системаларынын техникалык - экономикалык көрсөткүчтөрүн жакшыртууга мүмкүндүк берет.

<u>Изилдөөнүн милдеттери:</u>

1. "Электр кыймылдаткыч - ТМ - кубур түтүк" системасынын иштөөсүнүн

эксплуатациялык режимине анализ жүргүзүү жана ЭҮБАС ТМ ЖЭЧ күч бөлүмүн аткаруунун баарынан перспективалуу вариантын негиздөө.

2. ЭҮБАС ТМ ЖЭЧ күч бөлүмүнүн негизги элементтеринин математикалык моделдерин, ошондой эле электр магниттик процесстердин математикалык моделин жана ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык параметрлерин эсептөө методикасын иштеп чыгуу.

3. Башкаруунун ар кандай мыйзамдары үчүн ЭКАКты жөнгө салуу функцияларын эсептөө программаларын иштеп чыгуу, энергетикалык көрсөткүчтөр боюнча оптималдуу болгон ЭКАКты башкаруунун жаңы мыйзамын сунуштоо жана негиздөө.

4. ЖЭС ТМнын чыныгы иштөө режимин эске алуу менен ЖКТ чыгуучу чыңалуусун модуляциялоонун ар кандай ыкмаларын жана реактивдүү кубаттуулукту башкаруунун ар кандай мыйзамдарынын учурунда, ЭҮБАС ТМнын күч бөлүмүндөгү энергетикалык параметрлерди жана электр магниттик процесстерди изилдөө.

5. ЭҮБАС ТМнын күч бөлүмүн диагностикалоонун жаңы ыкмаларын иштеп чыгуу, алар жүктөмдү албай туруп техникалык контроль жүргүзүүгө, бул ыкмаларды жана алардын математикалык моделдерин аппараттык ишке ашырууну иштеп чыгууга жана бул түзмөктөргө эксперименталдык изилдөөлөрдү жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

<u>Алынган жыйынтыктардын илимий жаңылыгы:</u>

– ЭҮБАС ТМнын күч бөлүмүндөгү негизги элементтердин математикалык моделдери жана өзгөрмө токтун электр машиналарынын спиралдык-вектордук теориясын колдонуу менен ЭКАК универсалдуу математикалык модели иштелип чыкты;

–ЭКАКтын базасында ЭҮБАС ТМнын күч бөлүмүндөгү келип чыккан электр магниттик процесстердин математикалык моделдери жана ЖКТнын чыгыш чыңалуусунун модуляциясынын ар кандай ыкмаларында анын энергетикалык параметрлерин эсептөө методикасы иштелип чыкты;

– ЭКАК ротордун түрмөгү – түзөткүч» жана ««инвертор – бөлүштүрүүчү көмөк чордондун экинчи түрмөгү»» системаларындагы түзөтүүчүнүн жана инвертордун вентилдеринин ар кандай коммутация режимдеринде аналитикалык шайкештиги иштелип чыкты;

– «ротордун түрмөгү – түзөткүч - инвертор – бөлүштүрүүчү көмөк чордондун экинчи түрмөгү» теңдемеси алынды, анын базасында ЭКАКтын, түзөткүчтүн жана инвертордун параметрлерин эске алуу менен ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн механикалык жана жөнгө салуучу мүнөздөмөлөрүн эсептөөнүн аналитикалык көз карандылыгы сунушталды.

- ТМ жумушчу диапазонунда энергияны үнөмдөө көз карашынан алганда оптималдуу болгон башкаруунун жаңы мыйзамы сунушталды жана негизделди, анын маңызы ЖКТдан ЭКАКтын роторуна өткөрүлгөн чыңалуунун колдонуудагы маанисин жана фазасын жөнгө салууда турат, ошентип, анда бардык жөнгө салуучу диапазондо ротордун тогу номиналдык маанисине барабар болот;

- ротордук тармактагы ЖКТнын чыгыш чыңалуусунун чыныгы кыйшык формасын эске алуу менен ЭКАКттын базасында ЭҮБАС ТМнын күч бөлүмүнүн энергетикалык жана электр магниттик параметрлерин эсептөө үчүн аналитикалык туюнтмалар алынды;

- Кубаттанууну өчүрбөй туруп түздөн түз иштөө процессинде ЭКАКка техникалык диагностикалоо үчүн жаңы ыкмалар жана түзмөктөр сунушталды. Бул учурда биринчи жолу түзүмдүк ыкмалар жана ченелген чоңдуктардын ортосундагы функционалдык байланыштардын ыкмаларын айкалыштырып колдонуу идеясы биринчи жолу сунушталды жана негизделди.

Алынган натыйжалардын практикалык маанилүүлүгү:

– ЭКАКтын базасында ЭҮБАСтын электр магниттик процесстери жана энергетикалык көрсөткүчтөрүнүн методикасы иштелип чыкты;

- реактивдик кубаттуулуктагы башкаруунун ар кандай мыйзамдарында ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүн жөнгө салуу функциясын эсептөө алгоритмдери иштелип чыкты;

- ЭКАКтын базасында ЭЧБАС ТМ да ТЖКТнын энергетикалык мүнөздөмөлөрүнө макулдашылган көмөк чордонду трансформациялоонун коэффициенттеринин таасири табылды;

– ротордун кыйшык тогуна чыккан вентилдерди коммутациялоо процессинде жана ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун модуляциясынын ар кандай ыкмаларында электр магниттик пульсацияны жана энергетикалык көрсөткүчтөргө изилдөө жүргүзүлдү;

- электр параметрлери боюнча ЭҮБАС ТМ электр кыймылдаткычтарынын кыймылга келтиргичтерин диагностикалоо түзмөктөрүнүн принципиалдуу жаңы конструкциясы иштелип чыкты.

Коргоого алып чыккан диссертациянын негизги жоболору:

– өзгөрмө токтун электр машиналарынын спиралдык-векторлук теориясын колдонуу менен ЭКАК универсалдуу математикалык модели, ал ротордун чынжыры боюнча жөнгө салуу учурунда статикалык жана динамикалык электр магниттик процесстерге эсептөө жана анализ жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

- ар кандай реактивдүүлүк кубаттуулугун башкаруу мыйзамдарында жана ЖКТ чыгыш чыңалуусун модуляциялоо ыкмаларында ЭКАК энергетикалык мүнөздөмөлөрүн жана электр магниттик процесстеринин изилдөөлөрүнүн математикалык моделдери, эсептөө методикалары жана изилдөө жыйынтыктары;

- Энергиялык чыгымдары боюнча оптималдуу болгон ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүн башкаруунун жаңы мыйзамын жөнгө салуу функциясын эсептөөнүн методикасы жана алгоритми;

- ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн чыгыш мүнөздөмөлөрүн эсептөө методикасы;

- ЭҮБАС ТМ ЖЭЧ күч бөлүмүнүн техникалык абалын диагностикалоонун иштелип чыккан түзмөктөрүн изилдөөнүн ыкмалары, түзүлүштөрү жана жыйынтыктары.

<u>Илимий натыйжаларды алууга изденүүчүнүн жеке салымы</u>. Бардык илимий-техникалык жыйынтыктар, негизинен, илимий жетекчинин жетекчилиги алдында жеке автордун өзү тарабынан алынды.

<u>Натыйжаларды жүзөгө ашыруу.</u>

1. Диссертациялык иштин жыйынтыктары «Электр станциялар» ААК филиалында Бишкек шаарынын ЖЭБинде СЭ-1000 тибиндеги тармактык насостун кыймылга келтирүүчү электр кыймылдаткычынын жылуулук системасын иштеп чыгуу учурунда колдонулган.

2. ЭҮБАС ТМ ЖЭС куруудагы теориянын, эсептөөнүн жаны ыкмалардын иштелип чыккан маселелери КМТУнун "Электромеханика" кафедрасынын окуу процессинде "Өндүрүштүк механизмдерди автоматташтырылган электр кыймылга келтиргичи" курсунда колдонулат

<u>Диссертациянын жыйынтыктарын апробациялоо</u>. Иштин негизги жыйынтыктары сегиз илимий-техникалык конференцияларда талкууланган жана айтылган:

– «Университеттик билим берүү: абалы жана перспективалар» эл аралык илимий-практикалык конференция (Жалал-Абад, 2003-ж.);

– «Электр энергиясы: алгандан жана бөлүштүргөндөн тартып натыйжалуу колдонгонго чейин» бүткүл россиялык НТК, (Томск, 25-28- май, 2010-ж.);

– «Башкаруу проблемалары жана маалыматтык технологиялар» эл аралык НТК (КР УИА Автоматика жана маалыматтык технологиялар. институту, Бишкек, 21-26-июнь 2010-ж.);

– «Энергетика: энергия ресурстарын башкаруу, сапаты жана колдонуунун натыйжалуулугу» – Эл аралык катышуу менен алтынчы Бүткүл Россиялык НТК (Амур мамлекеттик университети, Благовещенск, 25-27-май, 2011-ж.)

– «Энергиялык коопсуздук жана энергиялык натыйжалуулук: абалы жана проблемалары» Эл аралык НТК (И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, 22-23-сентябрь, 2011-ж);

– «Энергетика: энергия ресурстарын башкаруу, сапаты жана колдонуунун натыйжалуулугу» Эл аралык катышуу менен жетинчи Бүткүл Россиялык НТК (Амур мамлекеттик университети, Благовещенск, 29-31-май, 2013-ж.);

– 14 –чү Эл аралык «Кен өздөштүрүүдө ресурс өндүрүүчү, аз калдык чыгарган жана жаратылышты сактаган технологиялар» НТК (Бишкек, КРСУ, 2015-ж.);

– «Энергетика:абалы, проблемалары, перспективалары» Эл аралык НТК (И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, 23- ноябрь, 2017-ж);

Диссертациянын публикациядагы жыйынтыктарын чагылдыруунун толуктугу. Аткарылган изилдөөлөрдүн жыйынтыктары боюнча 21 басылма иши жарыяланды, анын ичинде КР ЖАК тарабынан сунушталган 15 басылмада, 6 чет элдик басылмада жана 4 өздүк автордук.

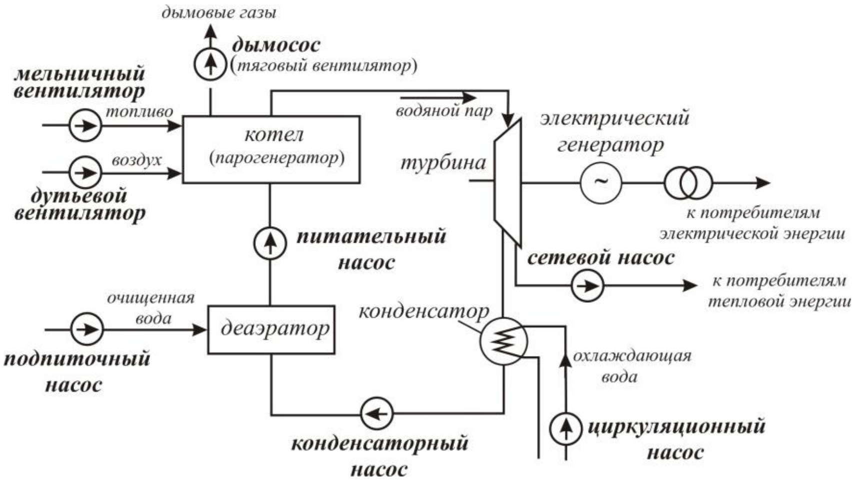
Иштин көлөмү жана түзүмү. Диссертация киришүүдөн, төрт бөлүктөн, корутундудан жана үч тиркемеден турат, 150 бет негизги тексттен жана 100 сүрөттөн турат. Адабияттардын тизмеси 15 беттен 142 аталышка ээ.

ИШТИН МАЗМУНУ

Киришүүдө иштин актуалдуулугу негизделген, анын максаттары жана илимий милдеттери калыпка салынган. Иштин илимий жаңычылдыгы жана практикалык баалуулугу берилген. Диссертациянын коргоого чыгарылган негизги жоболору калыпка келтирилди. Алынган жыйынтыктардын публикациялардын көлөмүн жана ишти опрабациялоонун деңгээли чагылдырылды.

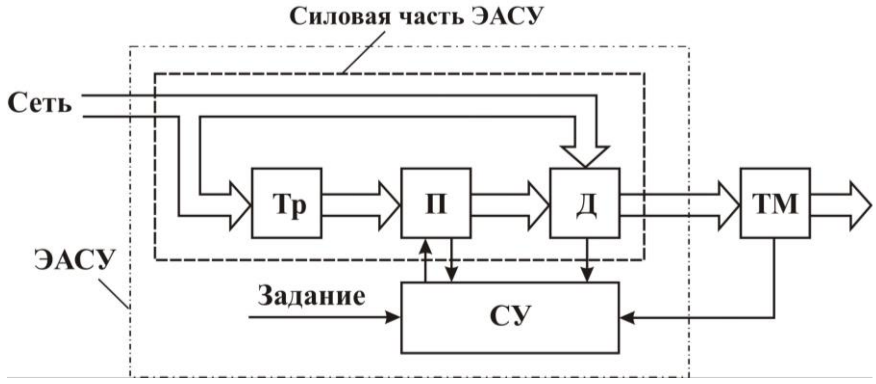
Биринчи бөлүмдө ЖЭЧте болуп жаткан технологиялык процесстердин ырааттуулугун көрсөткөн ЖЭЧтин технологиялык схемасы жана анын негизги блокторунун өз ара байланышы каралат (1-сүрөт). ЖЭЧтин негизги жабдууларында көптөгөн ЖЭЧтин иштешине таасир этүүчү ар кандай желдеткич жана насостук ТМлар бар экени көрсөтүлгөн.

ТМ ЖЭЧ үчүн энергияны үнөмдөөчү автоматташтырылган башкаруу системасын колдонуунун максатка ылайыктуулугу далилденди. Бул үчүн ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык шайкештиги каралды, "электр кыймылдаткычы - ТМ - кубур түтүк" системаларынын кубаттуулук балансынын түзүүчүлөрүнө баа берилди. Кыймылга келтиргич электр кыймылдаткычынын ылдамдыгын өзгөртүү жана дросселдөө жолу менен ТМ Q чыгымын жана H басымын жөнгө салуу учурунда кубаттуулуктардын жоготуусун салыштырмалуу изилдөөлөр келтирилди. ЭҮБАС ТМ ар кандай варианттары каралды. Борбордон качма жүктөмгө баарынан көп ыңгайлаштырылган болуп асинхрондук кыймылдаткычтардын сыймалануу кубаттуулугун жөнгө салуучу системалар болуп саналаары көргөзүлдү.



1.1-сүрөт. ЖЭС технологиялык схемасы жана анын негизги түйүндөрүнүн өз ара байланышы

ЭҮБАС ТМ ар кандай варианттары каралды. Борбордон качма жүктөмгө баарынан көп ыңгайлаштырылган болуп асинхрондук кыймылдаткычтардын сыймалануу кубаттуулугун жөнгө салуучу системалар болуп саналаары көргөзүлдү. Кубаттуу реверрсивдүү эмес ТМ ЖЭЧ үчүн баарынан перспективалуу болуп ЭКАКтын базасындагы ЭҮБАС варианты саналаары аныкталды, бул жогорку КПД менен шартталган, жана бир жолку сыймалануу энергиясын кайра түзүү, азайтылган вентилдик кайра түзүү кубаттуулугу, статордун реактивдүү кубаттуулугун жөнгө салуу мүмкүнчүлүгү менен шартталган. ЭКАКтын базасында ЭҮБАС ТМ түзүмдүк схемасы 2-сүрөттө көргөзүлгөн.



2-сүрөт. ЭҮБАС ТМ түзүмдүк схемасы
П – жыштыктын күч кайра түзгүчү; ТМ – турбомеханизм;
Д – приводдук кыймылдаткыч; СУ – башкаруу системасы; ТР – макулдашылган

ЭКАК валындагы моментти жана анын жылма кубаттуулугун P_sти эсептөө үчүн аналитикалык туюнтмалар ТМдин иштөө параметрлерин эске алуу менен алынат. P_s кубаттуулугу H_c басымынын жогорулашы менен төмөндөйт жана ТМ жөнгө салуунун иштөө чөйрөсүндө ЭКАК номиналдык кубаттуулугунан

20% ашпагандыгы көрсөтүлгөн. Бул токтун жана чыңалуунун бурмаланышынын төмөндөшүнө алып келет жана ЭКАКтагы конвертерлер үчүн төмөнкү чыңалуудагы электр которгучтарын колдонууга мүмкүндүк берет.

Экинчи главада ЭКАКтын базасында аткарылган ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык параметрлерин эсептөөнүн методикасы жана электр магниттик процесстердин математикалык моделдери иштелип чыкты. Ротордун синусиалдык кубаттануусу учурунда ТМ ишинин стационардык режиминде ЭКАКты токторун жана моменттерин эсептөө үчүн аналитикалык туюнтмалар алынды. Роторго алынып келген амплитуданын жана чыңалуунун фазасынын аныкталган мыйзамы боюнча, берилген учурга статордун жана ротордун реактивдүү кубаттуулугун жөнгө салууга болот. Кайра түзгүчүнүн энергетикалык параметрлерин эсептөө үчүн аналитикалык туюнтмалар сунушталды, алар ЭКАКтын ротордун чынжырын кубаттандырат. ТР трансформатордун КТ трансформация коэффициенти жоготууга таасир берет жана cosφ ЭКАКтагы кубаттуулук коэффициенти жана аны тандоону муну эске алуу менен жүргүзүү керек. КТ оптималык мааниси алынды.

ЭКАКтын базасында алынган ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык суммардык көрсөткүчтөрүн эсептөө алгоритми сунушталды. Жөнгө салуу функциялары өзгөргөн учурда (амплитудалар U2 жана U_2 ротордун чыңалуусунун δ фазасы) ЭКАКта токту статордук жана ротордук чынжырларда кайра бөлүштүрүү жүрүп баштайт. Аны менен ΔРпер жана КПД η жоготуулары өзгөрөт. ЭКАКтын базасында ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык натыйжалуулугун туура баалоо үчүн, эквиваленттүү келтирилген КПД колдонуу сунушталган, ал P_1 активдүү кубаттуулук шайкештигин жана Q_1 керектелген (же генерацияланган) реактивдүү кубаттуулуктун шайкештигин эске алат

$$\eta_{пр} = \frac{\eta}{1 + \kappa_э\left(tg\varphi - tg\varphi_0\right)} \quad , \tag{1}$$

Кэ - 1квар кубаттуулукту генерациялоо менен байланышкан салыштырмалуу жоготуулар, кВт/квар; $tg\varphi_0$ - Q1 /P1 мамилесинин ченемдик мааниси

ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун тик бурчтуу жана жазы - импульстук модуляциясынын учурлары үчүн ротордун кубаттануу чыңалуусунун синусоидалдык эместигин эске алуу менен, суммардык энергетикалык көрсөткүчтөрдүн жана ЭКАКтын электр магниттик учурларынын пульсациясын, токтордун жогорку гармоникасын эсептөөнүн методикасы иштелип чыкты. КЖКТ чыгыш чыңалуусун тик бурчтуу модуляциясы учурунда ЭКАК токтордун бурмалануусу жыштык башкаруусуна караганда азыраак экени көргөзүлдү, анткени кайра түзүүгө кыймылдаткычтын

кубаттуулугунун бир гана бөлүгү дуушар болот: $P_s = P_1 \cdot s$. Анткени Ps чоңдугу ТМ чыгышында берүүнү жана басымды жөнгө салуу процессинде өзгөрөт, ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун модуляция ыкмасынын жана ЭКАКтын иштөө режиминин токторду бурмалоо деңгээлине таасирин аныктоо учурунда интегралдык мүнөздөмөлөр - статордун $k_{u1АД}$ жана ротордун $k_{u2АД}$ токторун бурмалоо коэффициенттеринин жардамы менен сунушталган

$$k_{u1АД} = \frac{I_{1(1)}}{\sqrt{I_{1(1)}^2 + \frac{1}{2}(k_S \sum_{n=1}^{\infty} \frac{An}{r_2^2 + \omega_{2\nu}^2 L_r^2 \sigma^2})^2}}; \quad k_{u2АД} = \frac{I_{2(1)}}{\sqrt{I_{2(1)}^2 + \frac{1}{2}(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{An}{r_2^2 + \omega_{2\nu}^2 L_r^2 \sigma^2})^2}}, \quad (2)$$

мында $I_{1(1)}$ жана $I_{2(1)}$ – статордун жана ротордун токторун биринчи гармоникалык түзүүчүлөр;

$\omega_{2\nu} L_r$ – токтун ν-чу гармоникасы үчүн индуктивдүү каршылашуу;

$A_n = 4U_{2m} r / \pi(6n \pm 1)$ – башкаруунун чыңалуусунун тик бурчтуу формасы үчүн; U2m – аноддук чыңалуунун амплитудасы

Вентилдердин тобунун Жазы-импульстук модуляциясынын кайра которуучу функциялары (ЖИМКФ) учурунда ТЖКТ чыгыш чыңалуусу

$$U_2 = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} U_{вх.m} \left[\frac{r}{2} \sin \omega_2 t + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{Pk} \frac{\cos[(Pk \pm 1) ar\cos(\frac{r}{2})]}{Pk \pm 1} \sin[Pk\omega_1 + (Pk \pm 1)\omega_2] t \right] \quad (3)$$

мында Uвх.т – чыгыш чыңалуу амплитудасы; Р – ТЖКТ пульстуулугу; $r = 2\pi U_2 K_T / \left(3\sqrt{3}\ U_1\right)$ – чыңалууну жөнгө салуунун салыштырмалуу параметри; КТ – трансформатордун трансформация коэффициенти; ω1, ω2 – ТЖКТ ылайык келген чыгыш жана кириш жыштыгы.

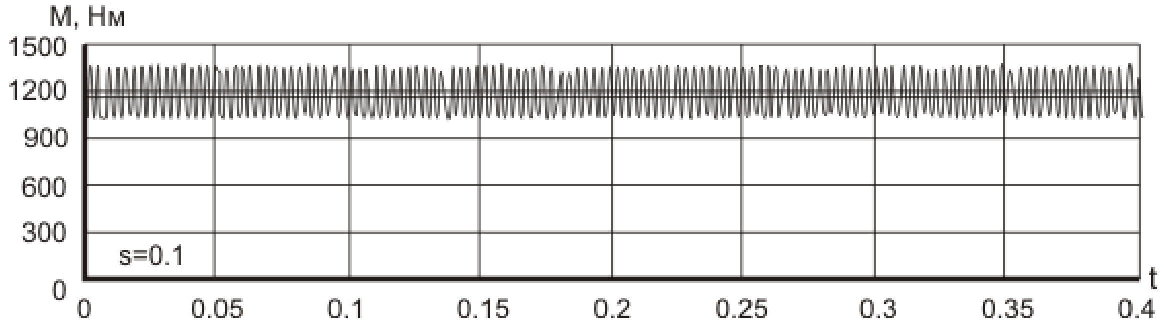
Координаттардын синхрондук системасында жалпыланган вектор түрүндө ТЖКТ чыгыш чыңалуусун берүү менен жана ырааттуулуктун түз ($Pk\omega_1 + (Pk+1)\omega_2$ жыштыгы менен) жана кайчы ($Pk\omega_1 + (Pk-1)\omega_2$ жыштыгы менен) гармоникалык түзүүчүлөрдү бөлүп көргөзүү менен, ЖИМКФ учурунда ЭКАК токторунун эсептери үчүн туюнтмалар алынган.

ЖИМФК учурунда жогорку гармоникалык токтордун гармоникалык курамы жана мааниси кандайдыр бир деңгээлде сыймалануу чоңдугу (ТМ жумушчу дөңгөлөгүнүн айлануу жыштыгы) жана ЭКАК жөнгө салуу функцияларынын параметрлери менен аныкталат.

ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун жалпы кыймылга келтиргичтин энергетикалык көрсөткүчтөрүнө синусоидалдык эмес таасирин аныктоо үчүн сыймаланууну жөнгө салуунун бардык дапазонунда токтордун бурмалануу коэффициентин - интегралдык көрсөткүчкө эсептөө жүргүзүлгөн. ЖИМФК учурунда токтордун бурмалануусу өтө көп эмес, Ки мааниси ТМ жөнгө

салуунун жумушчу диапазонунда 0,990÷0,998 чегинде жатат, алардын энергетикага тийгизген таасири жалпысынан анчалык көп эмес.

Токтордун синусоидалдык эмес болуусунун эсебинен тик бурчтуу модуляция учурунда u2 чыңалуусу ротордун тогуну жыштыгынан бир топ ашып кеткен жыштык менен ЭКАК электр магниттик учурдун пульсациясынан болот. (3-сүрөт).



3-сүрөт. ТЖКТ чыңалуусунун жазы-импульстуу модуляциясы учурунда ЭКАК-кыймылга келтиргичтин электр магниттик учурунун пульсациясы

Бул учурда электр магниттик учурдун пульсациясы ротордун тогунун жыштыгынан бир топ ашкан жыштык менен өтөт, сыймалануунун көбөйүшү менен пульсациянын амплитудасы өсө берет. ЖИМ учурунда электр магнитти учурдун пульсациясы дагы татаал гармоникалык курамга ээ болот, бирок алардын жыштыгы тик бурчтуу модуляцияга караганда бир топ жогору.

Учурдун жогорку жыштыктагы термелүүлөрү ТМ жумушчу органдары менен ЭКАК валында түзүлгөн механикалык инерция менен компенсацияланаары көрсөтүлгөн.

“ЭКАК роторунун түрмөгү - башкарылбаган түзөткүч” жана “ЭКАК роторунун түрмөгү - башкарылган түзөткүч” системаларындагы аналитикалык шайкештик алынды, алардын базасында ротордун кыйшык тогуна вентилдерди коммутациялоо процесстери жана ЭКАК параметрлеринин таасирине изилдөөлөр аткарылды.

Иште биринчи болуп ротордун тогу менен түздөлгөн I_d жана ЭКАКтын роторунун түрмөгүнүн тогун активдүү түзүүчү I_{2a} ортосундагы түз аналитикалык шайкештик алынды.

$$I_d = I_{2a} \frac{2\pi / \sqrt{6}}{1 \pm \sqrt{1 - \frac{2\pi}{3} x_{k2*} \cdot I_{2a*}}}, \tag{4}$$

мында $I_{2a}*$ и x_{k2*} – ротордун тогу менен ротордун түрмөгүнө келтирилген чукул туташууга индуктивдүү каршылыктын салыштырмалуу мааниси.

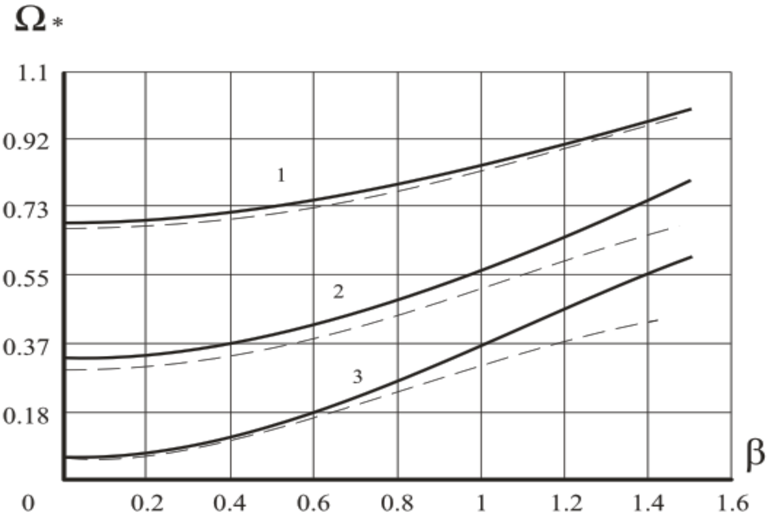
Туюнтма (4) М электр магниттик учурга түздөлгөн токтун I_{2a} таасирин баалоого мүмкүндүк берет, анткени магниттик агымдын туруктуу болгон шартында $M_* = I_{2a*}$ ээ болобуз, мында M_* - салыштырмалуу бирдиктеги учур.

“Инвертор - бөлүштүрүүчү трансформатордун экинчи түрмөгү” системасына аналитикалык изилдөөлөр жүргүзүлдү. Инвертордун вентилдеринин жасалма коммутация режиминде кыймылдаткычтын номиналдык иштөө режиминде трансформатордун экинчи түрмөгү реактивдүү кубаттуулук генераторунун режиминде иштейт. Түздөн түз ушул түрмөктүн сыймалануу кубаттуулугу роторго берилет, кыймылдаткычтын статорунун түрмөгүн реактивдүү кубаттуулктан жана кубаттуулуктун активдүү бөлүгүнүн бир бөлүгүнөн бошотот.

Алынган «ротордун түрмөгү – түзөткүч - инвертор – бөлүштүрүүчү көмөк чордондун экинчи түрмөгү» теңдемесинин базасында ЭКАКтын, түзөткүчтүн жана инвертордун параметрлерин эске алуу менен ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн механикалык жана жөнгө салуучу мүнөздөмөлөрүн эсептөөнүн аналитикалык көз карандылыгы сунушталды. ЭКАКтын механикалык жана жөнгө салуучу мүнөздөмөлөрүнүн методикалары иштелип чыкты. Насостук жүктөм $M_* = \Omega_* \sqrt{\Omega_*}$ үчүн жөнгө салуучу мүнөздөмө , айлануунун ω жыштыгын, учурду, түздөгүчтүн вентилдерин ачуу бурчтарын α жана инверторду β байланыштырат жана теңдеме менен берилген

$$\left[1-\Omega_*(1-S_H)\right]\cos\alpha - k_{32}\cos\beta - \left[\frac{(1-\Omega_*(1-S_H))x_{k2*}}{\sqrt{6}} + \frac{x_{k3*}}{\sqrt{6}} + \frac{\pi}{3\sqrt{6}}R_{d*}\right]\cdot C_{d\Omega}\cdot\Omega_*\sqrt{\Omega_*} = 0. \quad (5)$$

(5) теңдемеден алынганда, α жана β бурчтарын өзгөртүү жолу менен ЭКАК айлануу жыштыгын жөнгө салуунун кеңири диапазону менен жөнгө салуунун мүнөздөмөлөрүнүн дээрлик бир спектри алынган. 4-сүрөттө $x_{к2*}$ чукул туташуунун индуктивдүү каршылыгынын чектүү маанилери үчүн ЭКАКтын башкарылбаган жана башкарылган түздөгүч менен жөнгө салуучу мүнөздөмөлөрү келтирилген.



4-сүрөт. Кыймылга келтиргичтин жөнгө салынуучу мүнөздөмөлөрү:

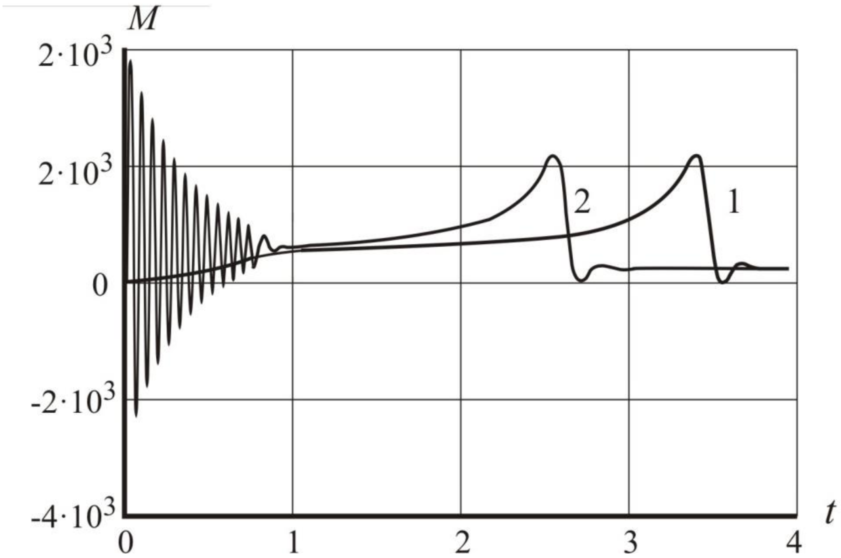
1 - $\alpha = 0$; 2 - $\alpha = \pi/3$; 3 - α = 1,25

——— - X_{k2*} = 0,1 ; — — — - X_{k2*} = 0,2

Түрмөктөрдүн параметрлери айлануу жыштыгын жөнгө салуучунун диапазондоруна аз таасир берет, ал негизинен α түздөгүч вентилдерин ачуу бурчтары жана β инвертор, ошондой эле бөлүштүрүүчү трансформатордун экинчи түрмөгүндөгү ЭДС коэффициенти жана кыймылсыз ротордун түрмөгүндөгү ЭДС менен аныкталат. ЭКАК принципиалдуу түрдө башкаруунун ар кандай режиминде түздөгүч жана инвертор менен иштей алат. Бул учурда, анализ көргөзүп тургандай, энергетикалык көрсөткүчтөр боюнча баарынан мыкты болуп “башкарылбаган түздөгүч - жасалма коммутация менен инвертор” жана “түздөгүч жана жасалма коммутация менен инвертор” режимдери саналат.

Алынган аналитикалык шайкештиктердин базасында кубаттуулуктардын балансынын баасы жана ЭКАК реактивдүү кубаттуулугун жөнгө салуу мүмкүнчүлүгү алынды.

– өзгөрмө токтун электр машиналарынын спиралдык-векторлук теориясын колдонуу менен ЭКАК универсалдуу математикалык модели сунушталды , ал ротордун чынжыры боюнча жөнгө салуу учурунда статикалык жана динамикалык электр магниттик процесстерге эсептөө жана анализ жүргүзүүгө мүмкүндүк берет. Негизинен, түз жана жай иштетүү учурлары үчүн валга борбордон качма жүктөм учурундагы ЭКАКтын учурларын эсептөөнүн жыйынтыктары 5-сүрөттө келтирилген.



5-сүрөт. Жай (1) жана түз (2) иштетүү учурунда ЭКАК учурлары

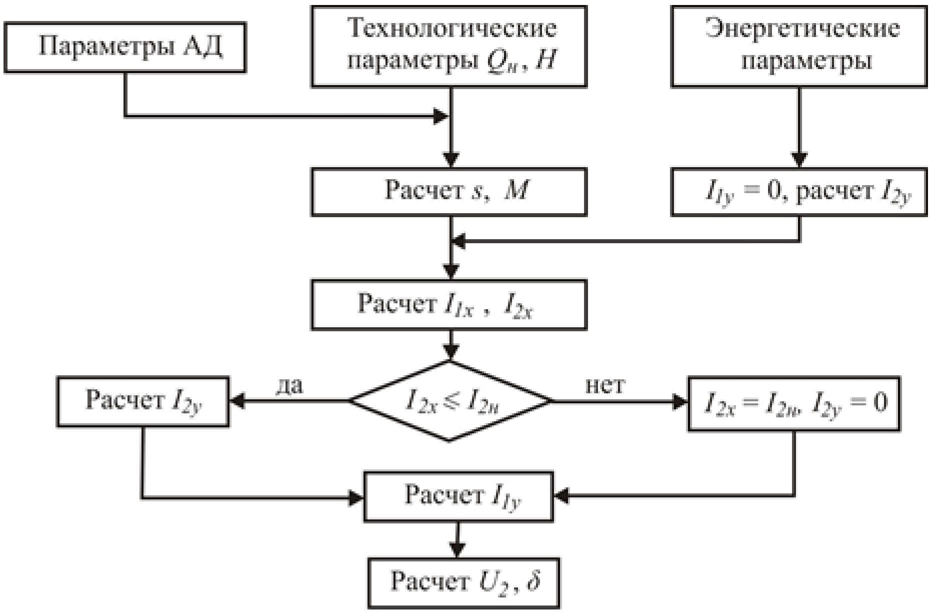
Үчүнчү главада ЭКАК негизги теңдемелеринин базасында ЭКАК базасында ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн реактивдүү кубаттуулуктарын жөнгө салуунун ар кандай мыйзамдарына эсептөө жана анализ жүргүзүлгөн. Башкаруунун үч базалык мыйзамдары үчүн ЭКАК жөнгө салуунун функцияарын эсептөө программасы иштелип чыкты, анда, ага ылайык, Q1 = 0;

Q2 =0; ΔP = min , мында Q1 жана Q2 - реактивдүү кубаттуулуктар, алар статор жана ротор тарабынан керектелет; ΔP – суммардык электр жоготуулары. Жөнгө салуунун жаңы мыйзамы сунушталды - ротордун тогунун номиналдык маанисин кармоо учурунда I2 = I2Н ТМ айлануу жыштыгын жөнгө салуунун бардык диапазонунда. Төмөндөтүлгөн өндүрүмдүүлүк режиминде мындай жөнгө салуу учурунда, ЭКАК учурга жараша толук жүктөлбөгөн болсо, ал реактивдүүлүк кубаттуулугунун компенсаторунун режиминде иштеши мүмкүн. Ыкманын маңызы U2 колдонуудагы маанисин жана ТЖКТ дан кыймылдаткычтын роторуна алып келген δ чыңалууну жөнгө салууда турат, ал шарттан айлануу жыштыгын жөнгө салуунун бардык диапазонунда I2у ротордун реактивдүү тогунун чоңдугун камсыз кылуу үчүн керек $I_{2y} = \sqrt{I_{2н}^2 - I_{2x}^2}$ (мында I2х – жүктөм өзгөргөн учурда өзгөрүп турган ротордун тогун активдүү түзүүчү). Анда статордун реактивдүү тогу электр тең салмактуулугунун теңдемеси

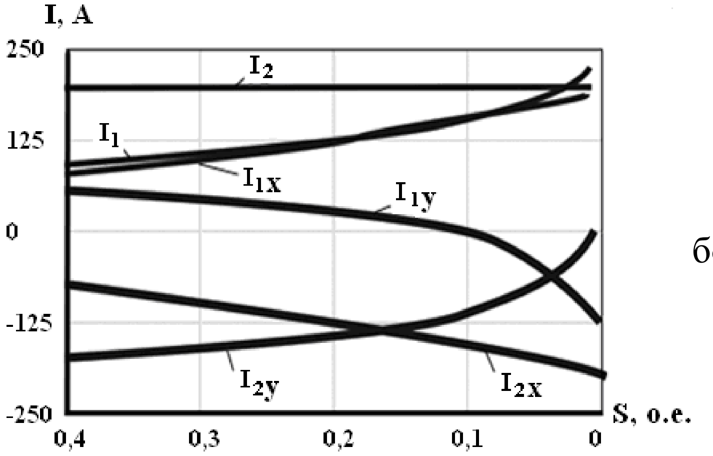
$$I_{1y} = \frac{r_1 I_{1x} - \omega L_m I_{2y} - U_1}{\omega L_m} \qquad (6)$$

мында U1 – статордун чыңалуусу; r1 – статордун фазасынын активдүү каршылыгы; Lm – магниттешүү чынжырынын индуктивдүүлүгү; I1х – статордун активдүү тогу; ω – ротордун айлануусунун бурч ылдамдыгы.

6 жана 7-сүрөттөрдө ротордун номиналдык тогу боюнча ЦН кыймылга келтиргичинин рактивдүүлүк кубаттуулугун жөнгө салуу учурунда ЭКАК токторунун мааничи жана жөнгө салуу функцияларын эсептөө алгоритми берилген. Эсептөө сыймаланууну жөнгө салуунун жумушчу диапазонунда 200 кВт жана Нс=0 кубаттуулукта кыймылдаткыч үчүн келтирилген ($0,025<s<0.4$, бул насостун салыштырмалуу берүүсүнө шайкеш келет $1 < Q_{нас} < 0,615$). Кыймылдаткыч учур боюнча толук жүктөлбөй калган учурда, насостун жумушчу дөңгөлөгүнүн ылдамдыгын олуттуу диапазондо жөнгө салуу, Q1 > 0, б.а. ЭКАК статору түйүнгө реактивтүү кубаттулук бергени көрүнүп турат.



6-сүрөт. $I_2 = I_{2H}$ мыйзамы боюнча жөнгө салуу функциясын эсептөө алгоритми



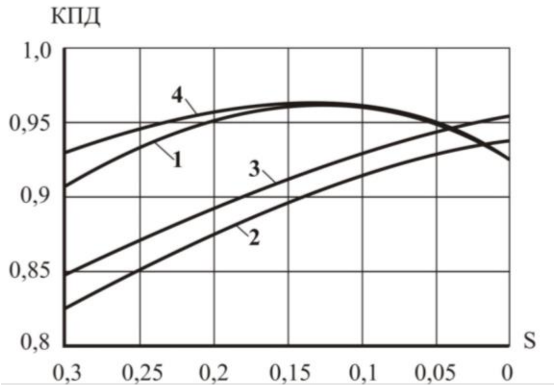
7-сүрөт. I2 = I2н мыйзамы боюнча ТМ кыймылдактычын жөнгө салуу учурунда ЭКАК токтору

Главада ошондой эле реактивдүү кубаттуулуктун чоңдугун эсептөө жана баалоо жүргүзүлгөн, ал ЭКАК башкаруунун ар кандай мыйзамдарында ТМ бардык иштөө режимдеринде ротордун чынжырындагы түздөн түз жыштыкты кайра түзүүчүлөр (ТЖКТ) тарабынан керектелет. Бул көрсөткүч кандайдыр бир деңгээлде r чыңалуусунун чоңдугун жөнгө салуунун тереңдигинен көз каранды жана ага ылайык түйүндүн чыңалуусун жана ТЖКТ макулдашуу даражасына карайт, ал ТЖКТ киришинде орнотулган трансформатор тарабынан камсыздалат. ЭКАКтын базасында ЭЧБАС ТМ да ПЖКТнын энергетикалык мүнөздөмөлөрүнө а КТ трансформаторунун трансформациялоонун коэффициенттеринин таасири табылды;

ЭКАКтын базасында алынган ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык көрсөткүчтөрүн эсептөө методикасы иштелип чыкты. Реактивдүүлүк

кубаттуулугун жөнгө салуунун каралган варианттарын эки топко бөлүүгө болот. Биринчи учурда АД түрмөктөрүндө жоготууларды төмөндөтүү максатында ротордун тогу (ΔP - min) же ротордун чынжырындагы кайра түзүүнүн бекитилген кубаттуулугу (Q2 = 0) минималдаштырылат. I2 = I2н, Q1 = 0 варианттары боюнча жөнгө салуу учурунда (60…80% га) кыймылга келтиргич тарабынан керектелген реактивдүүлүк кубаттуулугу азаят. ТЖКТ киришинде Q деңгээли жалпы эле кыймылга келтиргичтин энергетикасына бир аз таасир берет, анткени кыймылдаткычтын сыймалануу кубаттуулугу гана кайра түзүлөт.

КПДнын келтирилген маанисинин эсептөөлөрүнүн жыйынтыктары ДДП - ЦН приводун башкаруунун ар кандай мыйзамдары үчүн, ротордун тогунун номиналдык мааниси боюнча жөнгө салуунун артыкчылыгын көргөздү (4-сүрөт).



4-сүрөт. Башкаруунун ар кандай мыйзамдары үчүн келтирилген ЭКАК-ТМ КПД системалары

1 – Q1 = 0; 2 – Q2 = 0;
3 – ΔP = min; 4 – I2 =I2н

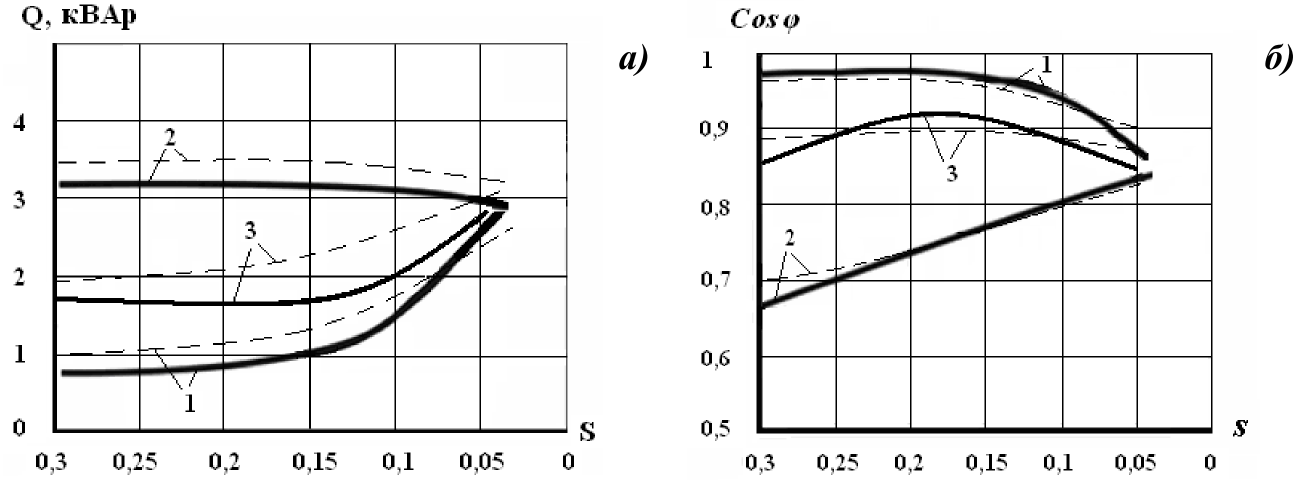
ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун синусоидалдык эместигин эске алуу менен, ЭКАКтын базасында аткарылган ЭҮСАБ ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык мүнөздөмөлөрүнө изилдөөлөр жүргүзүлдү. Көрүнүп тургандай, тик бурчтуу модуляция UНПЧ учурунда жана Q1 = 0 и I2 = I2н боюнча жөнгө салууда статордун тогунун бурмалануу коэффициенти ku1АД , Q2 = 0 и ΔP = min боюнча жөнгө салууга караганда төмөнүрөөк, ротордун тогунун бурмалануу коэффициенти ku2АД, тескерисинче, ротордун реактивдүү кубаттуулугун минималдаштыруу учурунда азаят. ЭКАК тагы токтун жогорку гармоникасынан кубаттуулуктун жоголушу, жыштыкты жөнгө салууга караганда төмөнүрөөк, анткени кайра түзүүгө ылдамдыкты жөнгө салуу тереңдигине пропорционалдуу болгон кубаттуулуктун бөлүгү гана дуушар болот.

ТЖКТ чыңалуусунун синусоидалдык эмес модуляциясынын учурунда ЭКАК базасында аткарылган ЭҮБАС ТМ күч бөлүгүндө кубаттуулук коэффициентин аныктоо үчүн, активдүү, реактивдүү кубаттуулук көрсөткүчтөрү жана ЭКАК жана ТЖКТ биринчи чынжырларын бурмалоо кубаттуулугу эсептелген. Жүргүзүлгөн изилдөөлөр, кубаттуулук коэффициенти негизинен ЭКАК реактивдүү кубаттуулугунун мыйзамы менен аныкталаарын көргөздү, жана азыраак даражада, кайра түзүүчүнүн чыгыш

чыңалуусунун модуляциясынын формасы менен аныкталат. Келтирилген ТЖКТ жана кубаттуулук коэффициентинин жогорку маанилери иште сунушталган, ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун жазы-импульстук модуляциясы учурунда ротордун тогунун номиналдык мааниси боюнча жөнгө салуу ишин камсыз кылат.

"ЭКАК - ТМ" системасынын математикалык модели сунушталды, анын жардамы менен түздөгүч жана инвертор тарабынан башкаруунун ар кандай варианттарында ЭКАК ТМ күч бөлүгүндө аналитикалык изилдөөлөр жүргүзүлдү. Алынган натыйжаларга ылайык, баарынан оптималдуу болуп жасалма коммутация, түздөгүч жана инвертордун режими саналат, ал учурда ЭКАК айлануусунун жыштыгын жөнгө салуу учурунда түздөгүч жана инвертордун башкаруу режимдеринин чоң тандоосу бар.

Алынган жыйынтыктарды текшерүү үчүн ЭКАК эксперименталдык изилдөөлөр жүргүзүлгөн, анын күч бөлүмү кубаттуулугу 4 кВт болгон АОК 2-51-6УЗ тибиндеги фазалык ротор менен АД базасында аткарылган, анын айлануусунун номиналдык жыштыгы 950 айлануу, ал кош кубаттануу режиминде иштейт. Эсептик жана эксперименталдык маалыматтардын максималдуу айырмасы 11% дан көп эмес экени көрүнүп турат (7-сүрөттү кара), бул алынган математикалык моделдерди жана практикалык колдонуу үчүн рекомендациялады сунуштоого мүмкүндүк берет

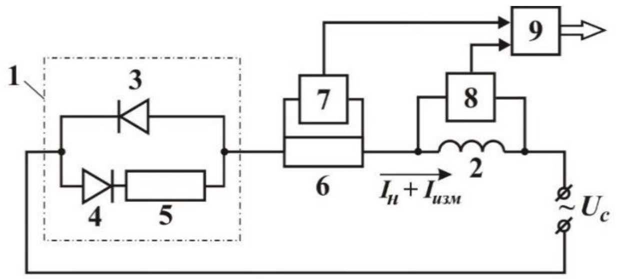


7-сүрөт Керектелген реактивдүү кубаттуулук (а) жана кубаттуулук коэффициенти (б):
1 – $I_2 = I_{2н}$; 2 – $\Delta P = min$; 3 – $Q_1 = 0$;
——— - эсептик ийри; _ _ - тажрыйбалуу ийри

Төртүнчү глава ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн техникалык абалын диагностикалоого багытталган.

Статордун түрмөгүнүн температурасын кубаттандырууну өчүрбөй туруп жана/же жүктөмдү албай туруп ченөө түзмөгү жана жаңы ыкмасы иштелип чыкты, алар статордун түрмөгүнүн температурасын анын электр каршылыгы боюнча аныктоо ыкмасын ишке ашырат. Бул учурда ченөөчү туруктуу токту

киргизүү блогу эки вариантта иштелип чыккан - жумушчу өзгөрмө токтон ченөө тогун калыптандыруу жолу менен, же атайын схема боюнча күйгүзүлгөн оперативдүү кошумча булактын жардамы менен. 8-сүрөттө аталган варианттардын биринчисинин принципиалдык блок-схемасы көргөзүлгөн.



8-сүрөт. Туруктуу ченөөчү токтун жумушчу өзгөрмө токтон калыптандыруу менен түзмөктүн принципиалдуу блок-

Ченөө системасына кирген элементтердин параметрлерин эсептөөнүн методикасы сунушталды, ал электр жабдуунун иштөө режимине ченөө түзмөктөрүнүн таасирин жокко чыгарууга мүмкүндүк берет, жана туруктуу токтун булагын өзгөрмө жумушчу токтон коргоону камсыз кылат. Бул блок-схеманын базасында түздөн түз эксплуатациялык иштөө режиминде ЭКАК түрмөгүнүн температурасын контролдоо үчүн түзмөк иштелип чыккан жана даярдалган, анын жалпы көрүнүшү 9-сүрөттө көргөзүлгөн. Түзмөк төмөнкү параметрлерге ээ:

– Ченелген каршылыктардын диапазону – 1 ден 20 Ом го чейин;

– Каршылыкты ченөөнүн максималдуу катасы – 1 % дан көп эмес;

9-сүрөт. Температураны ченөө үчүн түзмөктүн жалпы көрүнүшү

– Жумушчу режимди даярдоо убактысы - 5 с көп эмес

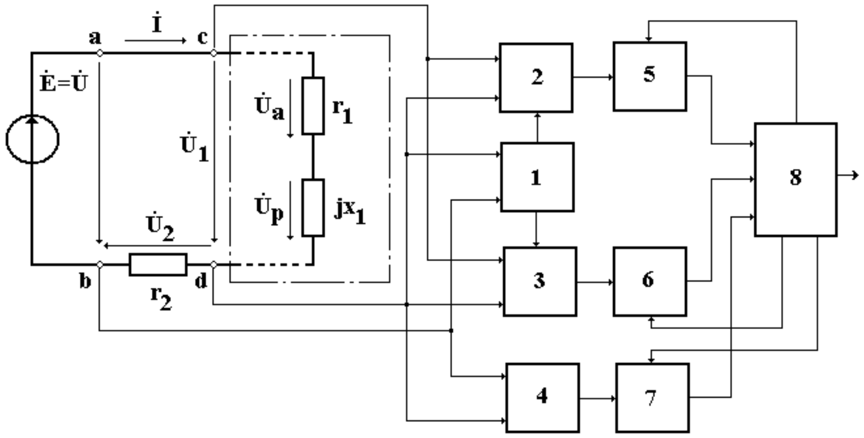
– Габариттик өлчөмдөр - 500 х 500 х 550 мм;

– салмагы - 60 кгдан көп эмес

Сыноолор кыймылдаткычтын валына ар кандай жүктөмдөр менен, ага ылайык, ар кандай температуралык режимдерде жүргүзүлгөн. Сыноолор учурунда ченөө блогу электр кыймылдаткычка аны иштеткенге чейин туташат, бул аталган блокту электр кыймылдаткычынын баштоочу токторунан коргойт. Жүргүзүлгөн эксперименталдык изилдөөлөр иштелип чыккан түзмөктүн температурасынын жогорку тактыгын көргөздү, алар МАМСТтын талаптарын толугу менен канааттандырат.

Статордун түрмөгүнүн электр тармактары боюнча өзгөрмө токтун электр приводдук кыймылдаткычтарынын техникалык абалына диагностика жүргүзүү

маселелери каралды, тагыраак айтканда, анын активдүү r1 жана индуктивдүү x1 каршылыгын. Биринчи жолу түзүмдүк ыкмалар жана ченелген чоңдуктардын ортосундагы функционалдык байланыштардын ыкмаларын айкалыштырып колдонуунун оригиналдуу идеясы биринчи жолу сунушталды жана негизделди. Мындай ыкма ишке ашырылган ченөө процесстерин интерпретациялаган математикалык теңдемелердин системасын түзүүгө мүмкүндүк берди. Иштелип чыккан бул ыкма диагностикалык баалардын чындыгын камсыз кылууга мүмкүндүк берет, ошондой эле санарип иштетүүнү жана ченөөлөрдүн жыйынтыктарын анализдөөгө мүмкүндүк берээри далилденген. 10-Сүрөттө диагностиканын сунушталган ыкмасын аппараттык ишке ашыруунун схемалык варианты келтирилген. Бул жерде белгиленген: 1 – СД үчүн таканчык чыңалуусунун калыптандыргычы 2 жана 3; 4 – амплитудалык детектор; 5, 6 жана7 – стробацияланган АЦП; 8 – электрондук-эсептөөчү блок.



10-сүрөт. Диагностика жүргүзүүнү аппараттык ишке ашыруунун блок-схемасы

Диагностиканын жаңы ыкмасы боюнча жүргүзүлгөн эксперименталдык изилдөөлөр сунушталган ыкманын натыйжалуулугун тастыктады. ЭКАК температуралык режимдерин аныктоо учурунда эксперименталдык жыйынтыктарды жана МАМСТ боюнча методикага ылайык алынган жыйынтыктарды салыштыруу, ченөөнүн тактыгы контролдун процедурасын бир топ жөнөкөйлөткөндө жана анын оперативдүүлүгүн бир топ жогорулатуу учурунда 12÷15% көбөйгөнүн көргөздү.

1-тиркемеде ТМ ЖЭЧ электр кыймылдаткычтарынын айлануу жыштыгын жөнгө салуунун ыкмаларынын анализи келтирилген. 2- тиркемеде басым мүнөздөмөсүн H(Q) эсептөө үчүн аналитикалык көз карандылыктар жана чыгымдарды жөнгө салуу учурунда экинчи жана үчүнчү тартиптеги полиномдор түрүндө КПД ТМ ηТМ(Q) көз карандылыгы сунушталган.

Корреляциянын коэффициенттеринин маанисин колдонуу жолу менен аппроксимациянын тактыгына баалоо жүргүзүлгөн.

КОРУТУНДУЛАР

1. ЭҮБАС ТМ ЖЭЧ күч каналында "электр кыймылдаткыч - турбомеханизм - кубур түтүк" энергетикалык шайкештик каралды жана ТМ басымы жана чыгымын жөнгө салуунун ар кандай ыкмаларын салыштыруу аткарылды. ЭҮБАС ТМ ЖЭЧ күч каналынын структурасы негизделди жана ЭКАКтын эксплуатациялык параметрлерин жакшыртуу жолдору каралды.

2.ЭКАКтын базасында алынган ЭҮБАС ТМ күч бөлүмүнүн энергетикалык көрсөткүчтөрүн эсептөө методикасы иштелип чыкты. Ротордун синусиалдык кубаттануусу учурунда ЭКАКты токторун жана моменттерин эсептөө үчүн аналитикалык туюнтмалар алынды. ЭКАК ротордук чынжырын кубаттандырган жыштыктын кайра түзүүчүсүнүн энергетикалык параметрлерин эсептөө үчүн аналитикалык туюнтмалар сунушталды, жана ЭКАКтагы кубаттуулуктун жоголушуна макулдашылган трансформатордун параметринин таасири изилденди.

3. ТЖКТ чыгыш чыңалуусунун тик бурчтуу жана жазы - импульстук модуляциясынын учурлары үчүн ротордун кубаттануу чыңалуусунун синусоидалдык эместигин эске алуу менен, суммардык энергетикалык көрсөткүчтөрдүн жана ЭКАКтын электр магниттик учурларынын пульсациясын, токтордун жогорку гармоникасын эсептөөнүн методикасы иштелип чыкты жана анализ жүргүзүлдү. "ЭКАК роторунун түрмөгү - башкарылбаган түзөткүч" жана "ЭКАК роторунун түрмөгү - башкарылган түзөткүч" жана "инвертор - бөлүштүрүүчү трансформатордун экинчи түрмөгү" системаларындагы аналитикалык шайкештик алынды, алардын базасында ротордун кыйшык тогуна вентилдерди коммутациялоо процесстери жана ЭКАК параметрлеринин таасирине изилдөөлөр аткарылды.

4. Биринчи жолу ЭКАК роторунун түрмөгүн автивдүү түзүүчүлөрүнүн жана ротордун түздөлгөн тогунун ортосунда аналитикалык көз карандылык алынды, бул түздөлгөн токтун электр магниттик учурга тийгизген таасирин баалоого мүмкүндүк берет. ЭКАК, түздөгүч жана инвертордун параметрлерин эске алуу менен ЭҮБАС ТМ күч бүлүмүнүн механикалык жана жөнгө салуучу мүнөдөмөлөрүн эсептөө үчүн аналитикалык көз карандылыктар сунушталды, алардын базасында ЭКАК реактивдүү кубаттуулукту жөнгө салуу мүмкүнчүлүгү жана кубаттуулуктарды баалоо аткарылган.

5. Көргөзүлүп тургандай, ТМ эксплуатациялык параметрлеринин берилген маанилеринде ЭККАК-кыймылга келтиргичтин ар кандай иш режимдерин алууга болот, алар жөнгө салуу функциялары - амплитуда жана ТЖКТ чыңалуусунун роторуна алынып келинген фазанын чоңдуктары менен аныкталат. ЭКАК жөнгө салуунун ар кандай мыйзамдарын жөнгө салуу

функциясынын аналитикалык эсептөө методикасы келтирилди. ЭКАК - жөнгө салуунун жаңы мыйзамы сунушталды - ротордун тогунун номиналдык маанисин кармоо учурунда $I2 = I2н$ ТМ айлануу жыштыгын жөнгө салуунун бардык диапазонунда. Төмөндөтүлгөн өндүрүмдүүлүк режиминде мындай жөнгө салуу учурунда, ЭКАК учурга жараша толук жүктөлбөгөн болсо, ал реактивдүүлүк кубаттуулугунун компенсаторунун режиминде иштеши мүмкүн.

6. ЭКАК реактивдүү кубаттуулукту башкаруунун ар кандай мыйзамдарында ЭКАК энергиялык натыйжалуулугунун көрсөткүчтөрүнө жана ротордун түрмөгүнө алынып келинген ТЖКТ кыйшык чыгыш чыңалуусунун ар кандай формаларына изилдөөлөр жүргүзүлдү - синусоидалдык, тик бурчтуу, ошондой эле жазы-импульстук модуляция учурунда. Реактивдүү кубаттуулуктун чоңдугун эсептөө жана баалоо жүргүзүлгөн, ал ЭКАК башкаруунун ар кандай мыйзамдарында ТМ бардык иштөө режимдеринде ротордун чынжырындагы ТЖКТ тарабынан керектелет.

7. ТМ кысым кылуучу, механикалык жана энергетикалык мүнөздөмөлөрүн эске алуу менен “ЭКАК-ТМ” системасынын математикалык модели сунушталды. Түздөгүчтүн вентилдери жана инвертордун башкаруусунун ар кандай варианттарында ЭКАК статордун тогун өзгөртүүнүн эсептөөлөрү жүргүзүлдү. Баарынан оптималдуу болуп жасалма коммутация жана түздөгүчтүн жана инвертордун режими саналаарын көөргөздү. Бул режим үчүн башкаруу буочун инвертор менен өзгөртүү жолу менен ЭКАК айлануу жыштыгын жөнгө салуу учурунда статордун тогун өзгөртүүгө изилдөөлөр жүргүзүлдү.

8. Алынган аналитикалык туюнтмалардын жана эсептөө методикаларынын тууралыгы эксперименталдык изилдөөлөр тарабынан тастыкталган. Эсептик жана эксперименталдык маалыматтардын максималдык айырмасы 11% көп эмести түзөт.

9. Статордун түрмөгүнүн температурасын кубаттандырууну өчүрбөй туруп жана/же жүктөмдү албай туруп ченөө түзмөгү жана жаңы ыкмасы иштелип чыкты, алар статордун түрмөгүнүн температурасын анын электр каршылыгы боюнча аныктоо ыкмасын ишке ашырат. Ченөө системасына кирген элементтердин параметрлерин эсептөө методикасы сунушталды. ЭКАК түрмөктөрүнүн температурасын түздөн түз иштин эксплуатациялык режимдеринде контролдоо үчүн түзмөк иштелип жана даярдалып чыкты, ага эксперименталдык изилдөөлөр жүргүзүлдү.

10. Статордун түрмөгүнүн электр параметрлери боюнча өзгөрмө токтун приводдук электр кыймылдаткычтарынын техникалык абалын диагностикалоо маселелери каралды. Биринчи жолу түзүмдүк ыкмалар жана ченелген чоңдуктардын ортосундагы функционалдык байланыштардын ыкмаларын айкалыштырып колдонуунун оригиналдуу идеясы биринчи жолу сунушталды жана негизделди. Диагностиканын сунушталган ыкмасын аппараттык ишке ашыруунун схемалык варианты сунушталды.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ИШТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. **Келебаев К.К.** Борбордон качма механизмдердин электр кыймылдаткычынын системасына анализ жүргүзүү [Текст] / М.А. Мустафин, К.К. Келебаев, Ш.А. Атаконов // А жана ЭС илимий эмгектердин жыйнагы - Алматы, 2002. 46 - 48-б.

2. **Келебаев К.К.** Фазалык ротор менен асинхрондук кыймылдаткычты жөнгө салуу системасын изилдөө [Текст] / Ш.А. Атаконов, К.К. Келебаев // Эл аралык илимий-практикалык конференциянын материалдары: Жалал-Абад, 2003. 193 - 195-б.

3. **Келебаев К.К.** Насос түзмөктөрүндө электр энергиясын үнөмдөө жолдору [Текст] / К.К. Келебаев // Известия КГТУ. – 2009. – № 19. 34 - 37-б.

4. **Келебаев К.К.** Борбордон качма насостор үчүн кош кубаттандыруу машинасы менен электр кыймылга келтиргичтеги электр магниттик процесстерди изилдөө [Текст] / К.К. Келебаев // Известия КГТУ. – 2009. – № 19. 38 - 42-б.

5. **Келебаев К.К.** Борбордон качма насостор үчүн кош кубаттандыруу машинасынын энергетикалык мүнөздөмөлөрү [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Автоматика жана башкаруу проблемалары: Илимий-техникалык журнал/КР УИА. – Б.: Илим. – 2010. 149-153-б.

6. **Келебаев К.К.** Борбордон качма насостор үчүн энергияны үнөмдөөчү электр кыймылга келтиргичти иштеп чыгуу [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Электр энергиясы: алгандан жана бөлүштүргөндөн баштап жана натыйжалуу пайдаланганга чейин: Бүткүл Россиялык НТК материалдары. – Томск: ТПУ басылмасы – 2010. 238 -240-б.

7. **Келебаев К.К.** Ротордун чыңалуусунун синусоидалдык эместигин эске алуу менен суу жана газ менен камсыз кылуу системасынын электр кыймылга келтиргичи үчүн кош кубаттандыруу кыймылдаткычынын тогун эсептөө [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Известия КГТУ. – 2010. Том 10, №10. 150 -153-б.

8. **Келебаев К.К.** Инвертордо жана түздөгүчтө токтун жасалма коммутациясы менен вентилдик асинхрондук кыймылдаткычындагы электр магниттик коммутациялык процесстер [Текст] / К.К. Келебаев // Известия КГТУ. – 2010. – № 21. 64-67-б.

9. **Келебаев К.К.** Жөнгө салуунун ар кандай мыйзамдарында борбордон качма насосторун энергияны үнөмдөөчү кыймылга келтиргичтин энергетикалык көрсөткүчтөрү эсептөө [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Энергетика: энергиялык ресурстарды колдонууну башкаруу, сапаты жана натыйжалуулугу: Эл аралык катышуу менен алтынчы Бүткүл россиялык НТК

эмгектеринин жыйнагы. – Благовещенск: Амур мамлекеттик университетинин басылмасы - 2011. – Т1. 339 -343-б.

10. **Келебаев К.К.** Жөнгө салынган электр кыймылга келтиргичи электр энергетикасы тармагында энергия үнөмдөөнүн негизи катары [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев, Е.В. Хворостьяная // Известия КГТУ, 2011, № 25. 113 - 117-б.

11. **Келебаев К.К.** "Асинхрондуу вентилдик кыймылдаткыч – борбордон качма насос" системанын математикалык модели жана мүнөздөмөсү Текст] / К.К. Келебаев // Известия КГТУ. – 2011. - Том11, №11 84 -89-б.

12. **Келебаев К.К.** Башкарылбаган түздөгүчтөн ротордун түрмөгүн кубаттандыруу учурунда вентилдик асинхрондуу кыймылдаткыч [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Известия КГТУ. – 2011. - Том11, №11 89 -94-б.

13. **Келебаев К.К.** Кош кубаттандыруу машинасынын базасында ЖЭЧ турбомеханизмдерин башкаруунун энергияны үнөмдөөчү системасынын күч бөлүгүн иштеп чыгуу [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Энергетика: энергиялык ресурстарды колдонууну башкаруу, сапаты жана натыйжалуулугу: Эл аралык катышуу менен жетинчи Бүткүл россиялык НТК эмгектеринин жыйнагы. – Благовещенск: Амур мамлекеттик университетинин басылмасы – 2013. - 478 -481-б.

14. **Келебаев К.К.** ЖЭЧ турбомеханизмдери үчүн эки тараптуу кубаттандыруу менен приводдук асинхрондук кыймылдаткычты изилдөө [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Известия КГТУ. - 2014, №32. . 282 - 285-б.

15. **Келебаев К.К.** ЖЭС турбомеханизмдери үчүн эки тараптуу кубаттандыруу менен приводдук асинхрондук кыймылдаткычты башкаруунун энергиялык чыгымдары боюнча оптималдуу мыйзамды иштеп чыгуу [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Вестник КРСУ. – 2016. - Том16, №1 124 -126-б. – 2016. - Том16, №1 124 -126-б.

16. **Келебаев К.К.** ЖЭЧ турбомеханизмдерин башкаруунун энергияны үнөмдөөчү системасынын күч бөлүмүнүн энергетикалык параметрлери [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев, М.Г. Гунина // Вестник КРСУ. – 2016. - Том16, №1 127 -129-б.

17. **Келебаев К.К.** Борбордон качма таасирдин механизмдеринин линийлүү эмес мүнөздөмөлөрүн аналитикалык сүрөттөө [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Автоматика жана башкаруу проблемалары: КР УИА илимий-техникалык журналы. – Б.: Илим, 2017. № 1 (32). 60 -63-б.

18. **Келебаев К.К.** Эки тараптуу асинхрондуу кубаттандыруунун математикалык модели [Текст] / И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев // Вестник КРСУ. – 2016. - Том16, №1 124 -126-б. – 2017. – Том 17, № 8. . 36 -40-б.

19. **Келебаев К.К.** Өзгөрмө токтун электр машиналарынын параметрлерин диагностикалоо [Текст] / И.В. Брякин, И.В. Бочкарев, К.К. Келебаев //

Электротехникалык системалар жана комплекстер: Илимий-техникалык журналы. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», № 4 (37). 38 -44-б.

20. **Келебаев К.К.** ЖЭС Күч электр жабдуусунун электр машиналарынын жылуулук абалын дигностикалоо [Текст] / И.В. Бочкарев, Ж.Т. Галбаев, К.К. Келебаев // Известия КГТУ, 2017, №4 (44), 64-72-б.

21. **Келебаев К.К.** Алмашма токтон электр машиналарынын ысып кетүүсүнөн коргоо жана түрмөктүн температурасын контролдоо [Текст] / И.В. Брякин, И.В. Бочкарев, Багиев Х.Г., К.К. Келебаев // Вестник ЮУрГУ. «Энергетика» сериясы 2019. 19-том, №1. 75–84-б.

РЕЗЮМЕ

Келебаев Касымбек Кенешовичтин «Энергияны үнөмдөгөн турбомеханизмдүү жылуулук электр чордондордун автоматташкан системасын иштеп чыгуу» диссертациялык иши 05.14.02 электр станциялары жана электр энергетикалык тармактары кесипчилиги боюнча техникалык илиминин кандидаттыгына көрсөтүлгөн

Негизги сөздөр: энергетиканы үнөмдөө, турбомеханизм, борбор четтик жүк, эки жактан азыктануучу машина, жыштыкты тике жөнгө салгыч, чыналуунун модуляциясы, электр агымынын өзгөрткүчтө жана түзөткүчтө жасалма байланыштыруу, асинхрондук вентилдуу кыймылдаткыч, механикалык жана жөнгө салуучу мүнөздөмөлөр.

Аталган илимий иш: энергия үнөмдөөнүн жана турбомеханизмдүү (соркыскычтар, желдеткич, компрессорлор ж.б.) электр станциялардын автоматташкан системасын иштеп чыгууга арналган.

Иштин максаты: жылуулук электр станциялардын турбомеханизмдеринин техника- экономикалык көрсөткүчтөрүн эки азыктандыруучу системасы бар машиналарды колдонуу менен алардын иштөө тартибин автоматтык башкаруу аркылуу жакшыртуу болуп эсептелет.

Иштин жыйынтыгы болуп төмөнкүлөр эсептелет: эки азыктандыруучу системасы бар машиналардын негизинде жылуулук электр станциялардын турбомеханизмдеринин энергия үнөмдөөчү автоматтык башкаруу тармагын иштеп чыгуу, ар кыл турбомеханизмдерди иштеп чыгууда энергетиканы аз талап кылган бирдиктүү ыкмаларын жана алгоритмин иштеп чыгуу, энергияны үнөмдөөчу башкаруу тармагынын күч келүүчү бөлүгү үчүн жаны түзүлүштөгү вентилдик кыймылдаткычын иштеп чыгуу, анын энергетикалык мүнөздөмөлөрүн изилдөөнү жүргүзүү, мындан сырткары «асинхрондуу вентилдик кыймылдаткычты- сор кыскычтын» математикалык моделин иштеп чыгуу.

Алынган жыйынтыктар: ар түрдүү технологиялык жараяндардын энергоэффективдүүлүгүн, үнөмдүүлүгүн жана алардын ишенимдүүлүгүн артырууда талапка жооп берген ар түрдүү турбомеханизмдүү жылуулук электр станциялардын автоматташкан тармагын иштеп чыгууда кенири колдонулуусу мүмкүн.

<u>Жыйынтыктарды ишке ашыруу.</u>

ЭҮБАС ТМ ЖЭЧ куруудагы теориянын, эсептөөнүн жаны ыкмалардын иштелип чыккан маселелери КМТУнун “Электромеханика” кафедрасынын окуу процессинде “Өндүрүштүк механизмдерди автоматташтырылган электр кыймылга келтиргичи” курсунда колдонулат.

Иштин жыйынтыктары жана экономикалык эффективдүүлүгү:

"Электр станциялар" ААК филиалында Бишкек ЖЭБинде СЭ-1000 типтүү түйүндүк насосту кыймылга келтирүүчү электр кыймылдаткычынын жылуулугун текшерүүдө колдонулган.

Колдонуу чөйрөсү: ЖЭЧтин ар түрдүү турбомеханизимдерин диагностикалоо жана автоматаштуру тутуму.

РЕЗЮМЕ

диссертации Келебаева Касымбека Кенешовича на тему: «Разработка энергосберегающей автоматизированной системы управления турбомеханизмами тепловых электростанций», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 электростанции и электроэнергетические системы

Ключевые слова: энергосбережение, турбомеханизм, асинхронный двигатель с двухсторонним питанием, непосредственный преобразователь частоты, модуляция напряжения, диагностика.

Объект исследования: автоматизированной энергосберегающей системы управления турбомеханизмами тепловых электростанций (ЭАСУ ТМ ТЭС).

Предмет исследования: основные элементы ЭАСУ ТМ ТЭС, а также математические модели электромагнитных процессов и методики расчета энергетических параметров и диагностика ЭАСУ ТМ..

Цель диссертационной работы: разработка энергосберегающей автоматизированной системы управления турбомеханизмами ТЭС на базе асинхронных двигателей двухстороннего питания, что позволит улучшить технико-экономические показатели технических систем ТЭС.

Полученные результаты и их новизна: разработана ЭАСУ ТМ ТЭС на базе асинхронного двигателя с двухсторонним питанием (АДДП), разработаны алгоритмы оптимальных по энергозатратам законов управления при работе системы на различные турбомеханизмы, разработана математическая модель системы управления "АДДП- насос", разработана универсальная математическая модель АДДП с использованием спирально – векторной теории электрических машин переменного тока, которая позволяет провести расчет и анализ статических и динамических электромагнитных процессов при регулировании по цепи ротора, а также разработаны новые способы диагностики ЭАСУ ТМ ТЭС, позволяющих производить технический контроль без снятия нагрузки.

Степень использования: разработанные вопросы теории, расчета и диагностики ЭАСУ ТМ ТЭС используются в учебном процессе КГТУ им. И. Раззакова.

Степень внедрения и экономическая эффективность: результаты исследований использованы в филиале ОАО «Электрические станции» на ТЭЦ г. Бишкек при разработке системы теплового контроля приводного электродвигателя сетевого насоса типа СЭ-1000.

Область применения: системы автоматизации и диагностики различных турбомеханизмов ТЭС.

SUMMARY
of a Ph.D. Thesis Work in Engineering Science of
Kelebaev Kasymbek Keneshovich on the Topic:
“**Development of Automated Energy-Saving**
Control Systems for Fluid-Handling Applications of Thermal Power Plants”
in Specialty 05.14.02 Power Plants and Electric Power Systems

Key words: energy saving, fluid-handling application, two-way feed asynchronous motor, cycloconverter, voltage modulation, diagnostics.

Object of the Study: power unit of an automated energy-saving control system for fluid-handling applications of thermal power plants (AESCS FHA TPP).

Subject of the Study: the main elements of the power unit of the AESCS FHA TPP, and mathematical models of electromagnetic processes and methods for calculating energy parameters and diagnostics of the power unit of the AESCS FHA.

Objective of the Thesis Work: the development of the power unit of an automated energy-saving control system for fluid-handling applications of thermal power plants based on two-way feed asynchronous motor, which will improve the technical and economic indicators of the TPP’s technical systems.

The Results Obtained and Their Novelty: AESCS FHA TPP based on a two-way feed asynchronous motor (TWFAM) was developed, algorithms for energy-saving control laws were developed when the system operates on various fluid-handling applications, a mathematical model of the “TWFAM-pump” control system was developed, a universal mathematical model of the TWFAM using the spiral - vector theory of electric machines of alternate current, which allows the calculation and analysis of static and dynamic electromagnetic processes in the regulation circuit of the rotor, was developed, and new methods of diagnostics of the power unit of AESCS FHA TPP allowing to carry out technical control without removing the load were developed.

Extent of Application: the developed issues of theory, calculation and diagnostics of the AESCS FHA TPP are used in the educational process of KSTU named after I. Razzakov.

Extent of Adoption and Economic Efficiency: the results of the work were used in the branch office of “Electric Stations” OJSC Bishkek city during modernization of thermal control system for the drive motor of the SE-1000 network pump.

Scope: systems of automation and diagnostics of various fluid-handling applications of the TPP.