

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШКАДАИ ПОЛИТЕХНИКИИ
ДОНИШГОҶИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ХУДЖАНДСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ТАДЖИКСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени академика М.С. Осими

МАВОДҶОИ

Конференсияи сеюми илмӣ-амалии ҷумҳуриявӣ
**«ТЕХНОЛОГИЯҶОИ МУОСИР
ДАР ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ВА САНОАТ»**
24 декабри соли 2022

Бахшида ба 30-солагии Иҷлосияи XVI Шӯрои Олии
Ҷумҳурии Тоҷикистон, 20-солагии омӯзиш ва рушди фанҳои
табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф
ва Рӯзи энергетика дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

МАТЕРИАЛЫ

Третьей Республиканской научно-практической конференции
**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**
24 декабря 2022 года

Посвящается 30 летию XVI Сессии Верховного Совета
Республики Таджикистан, Двадцатилетию изучения и развития
естественных, точных и математических наук
и Дню энергетике в Республике Таджикистан

УДК 621.3
ББК 23.13

Технологияҳои муосир дар электроэнергетика ва саноат: маводҳои Конференсияи сеюми илмӣ-амалии ҷумҳуриявӣ (24 декабри соли 2022). [Нашри электронӣ] – Хучанд: ДПДТТХ, 2022. – 433 с.

Современные технологии в электроэнергетике и промышленности: материалы Третьей Республиканской научно-практической конференции (24 декабря 2022 года). [Электронное издание]. – Худжанд: ХПИТТУ, 2022. – 433 с.

Кумитаи тадорукот:

- Саидӣ Дилафрӯз Раббизода – н.и.т., директори Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ дар ш. Хучанд;
- Ахмедов У.Ҳ. – н.и.и., муовини директор оид ба илм ва инноватсияи ДПДТТХ;
- Акрамова З.Б. – н.и.и., декани факултети информатика ва энергетикаи ДПДТТХ;
- Ҷӯраев Д.С. – н.и.т., мудири кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ;
- Раҳимов О.С. – н.и.т., дотсент, и.в. профессори кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ;
- Ҳоҷиев А.А. – н.и.т., дотсенти кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ;
- Қаландаров Ҳ.У. – н.и.т., и.в. дотсенти кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ;
- Тошхӯчаева М.И. – н.и.т., омӯзгори калони кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ;
- Исломов И.И. – н.и.т., омӯзгори калони кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ;
- Мирхолиқова Д.С. – омӯзгори калони кафедраи таъминоти барқ ва автоматикаи ДПДТТХ.
- Абдуваҳҳобов А.А. – мудири шуъбаи кор ВАО-и ДПДТТХ.

Ҳайати таҳририя:

- Раҳимов О.С. – номзади илмҳои техникӣ, дотсент, и.в. профессори КТБА;
- Ҳоҷиев А.А. – номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти КТБА;
- Ҷӯраев Д.С. – номзади илмҳои техникӣ, мудири КТБА;
- Тошхӯчаева М.И. – номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти КТБА;
- Қаландаров Ҳ.У. – номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти КТБА;
- Ҷӯраев М.М. – ассистенти КТБА, муҳаррири техникӣ.

МУНДАРИЧА / СОДЕРЖАНИЕ

Баҳши 1 ЭНЕРГОСАРФА ВА ТЕХНОЛОГИЯҲОИ МУОСИР ДАР САНОАТ ВА РЎЗҒОР	7
Секция 1 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И БЫТУ	7
Авезов А.Х. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН	7
Аскарлова С.С., Нуриддинов А.Н.* ТЕХНОЛОГИЯҲОИ МУОСИР ДАР ТАМОҶУЛИ РУШДИ САНОАТИ МИЛЛӢ	16
Ашӯров И.* МУАММОҲОИ БАЛАНД БАРДОРИИ ЭЪТИМОДИЯТ ДАР МАНЗИЛГОҲИ ИСТИҚОМАТӢ ЧАНБАҲОИ ТЕХНОЛОГӢ ВА ЭВОКУАТСИОНӢ	22
Ашӯров И.* САБАБҲОИ ПАСТШАВИИ ЭЪТИМОДИЯТИ ЭЛЕМЕНТҲОИ СИСТЕМАИ ТАЪМИНОТИ БАРҚ ДАР МАНЗИЛГОҲИ ИСТИҚОМАТӢ	29
Бураченок И.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ НАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ НАГРУЗОЧНОМ СТЕНДЕ	36
Вахнина В.В., Черненко А.Н., Кретов Д.А., Пудовинников Р.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НА УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	39
Ваҳҳобов О.И. САРФАИ БАРҚ ВА ИСТИФОДАИ БОСАМАРИ ЭНЕРГИЯ	45
Гарифуллин М.Ш., Каминский С.О., Лашманова М.И., Казка М.В., Мухаметжанов Р.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MATLAB SIMULINK ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ РАБОТЫ СЕТИ MICROGRID В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	49
Гервасьева Ю.Р. ИННОВАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРИ АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	52
Дадобоев Ш.Т. ТАДҚИҚОТ ОИД БА САРФАҚҶӢИ НЕРӢИ БАРҚ ДАР ҲАРАКАТОВАРҲОИ ЭЛЕКТРИКӢИ ХИСЛАТИ БОРАШОН ВЕНТИЛЯТОРӢ	54
Дадобоев Ш.Т. ТАДҚИҚОТ ОИД БА ОПТИМАЛИГАРДОНИИ РЕЧАҲОИ БАКОРАНДОЗИИ ҲАРАКАТОВАРҲОИ ЭЛЕКТРИКӢИ СИНХРОНИИ КАЛОНИҚТИДОР	60
Джураев Д.С. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И СПОСОБЫ ЕГО ЗАЩИТЫ	65
Джураев Д.С. ИННОВАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА	69
Джураев М.М.* МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	72
Долматов Е.Н., Суворов А.А., Мухаметжанов Р.Н. ВНЕДРЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН	76
Ибатуллин Э.Э. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ	81
Исмоилов И.И. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ	87
Казка М.В., Маклецов А.М., Лыу Куок Кыонг СИММЕТРИРОВАНИЕ ФАЗНЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ 0,4 КВ	90
Каримов И.Р. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ	94
Каримов И.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПО СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ - АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	97
Қаландаров Ҳ.У. ХУСУСИЯТ, ШАРТҲО ВА МАРҲИЛАҲОИ ЛОИҲАКАШИИ ШАБАКАҲОИ ЭЛЕКТРИКӢИ САНОАТӢ	102
Лашманова М.И., Каминский С.О., Гарифуллин М.Ш. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТАРИФОВ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В РОССИИ	106

Мамуров А.А. ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ И МЕТОДЫ ЕЁ СНИЖЕНИЯ	110
Мирхаликов Д.С. ТЕХНОЛОГИИ КОМПЮТЕРИ БАРОИ ТАҲҚИҚИ РАВАНДИ ГУЗАРИШ	114
Насырова Э.Н. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	120
Петров А.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ	123
Петрова Р.М. ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	128
Прокопьев М.И., Сагдеев Р.Р., Муратаева Г.А. СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВЯЗИ	133
Равин Д.А. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ООО «АЛЕКСЕЕВСКИЙ МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД»	136
Расулов Х.И.* ТАВСИФИ ҲАРАКАТОВАРҲОИ ЭЛЕКТРИИ АВТОМАТОНИДАШУДА ВА ХУСУСИЯТҲОИ ОНХО	142
Рахимов О.С., Мирзоев Д.Н. ИСТИФОДАИ БАРНОМАҲОИ КОМПЮТЕРӢ ДАР ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲОИ ФИЗИКӢ	147
Рустамова М.З., Хомидов М. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА MULTISIM	151
Сайдалиев М.Б.* ТАҲЛИЛИ ТРАНСФОРМАТОРИ ЯКФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЮТЕРӢ	157
Сайдалиев М.Б.* ТАҲЛИЛИ ПАРАМЕТРҲОИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНӢ	166
Свиридович И.В. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ	177
Тухфетулов И.Р., Ильясова Ю.К. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ	180
Федотов А.И., Ахметшин А.Р. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	186
Хамидов А.А.* КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И РАБОТА ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ	191
Ходжиев А.А. ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ	195
Шарипов А.М.* МЕРОПРИЯТИЕ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПОДСТАНЦИЯМИ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ	200
Шокирова И.А. ИСТИФОДАИ ТЕХНОЛОГИЯИ МУОСИРИ ИТТИЛООТӢ ВА ТЕХНОЛОГИЯҲОИ САРФАҶӢИ ЭНЕРГИЯ ДАР САНОАТ	202
Щекин Д.А.* ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	206
<i>Баҳши 2 МУАММОҲОИ УСТУВОРИИ ОБИӢ ЭНЕРГЕТИКӢ</i>	<i>211</i>
<i>Секция 2 ПРОБЛЕМЫ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ</i>	<i>211</i>
Абдуманнонова Ф.А. ГИДРОЭНЕРГЕТИКА АСОСИ ИҚТИСОДИ САБЗ ВА ОЯНДАИ ДУРАХШОНИ ТОҶИКИСТОН	211
Азимова М.А.	216
МАСОИЛИ ИСТИФОДАИ КОМПЛЕКСИ ЗАХИРАҲОИ ОБУ ЭНЕРГЕТИКА ДАР ТОҶИКИСТОН	216
Вохидов А.Д. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РАБОТУ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ	221
Насулоев У. У. РУШДИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ТАТБИҚИ ҲАДАФИ СТРАТЕГӢ – ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ	224

Насулоев У.У. ¹ Нурматова С. Н. ² ИҚТИСОДИ САБЗ ДАР ҲАЛЛИ МУШКИЛОТИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ ВА ЭНЕРГИЯИ ТОЗА.....	227
Орифчонова В.Р., Азимова М.А. ЗАХИРАҲОИ ОБӢ ВА ИМКОНИЯТҲОИ РУШДИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	234
Султанова М.М. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН.....	240
Ҳочиев А.А. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКАИ ТОҶИКИСТОН АЗ ИҶЛОСИЯ ТО ИМРӢЗ.....	245
<i>Баҳши 3 ДУРНАМОИ ИСТИФОДАИ ЭНЕРГЕТИКАИ ГАРМОӢ ВА ТАМОЮЛҲОИ МУОСИР.....</i>	<i>250</i>
<i>Секция 3 ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ.....</i>	<i>250</i>
Гуломов М.М., Файзуллозода С.К., Хушвахтзода С.С. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРЯЖЕННОГО СВОБОДНО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ЗАМКНУТОЙ ПОЛОСТИ С ТРЕУГОЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ ОБЪЕМНОГО ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ.....	250
Джураев Д.С., Сафаров М.М. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДАВЛЕНИЯ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА.....	260
Ильясова Ю.К. ИЗОЛЯЦИОННОЕ МАСЛО НА РАСТИЛЬНОЙ ОСНОВЕ.....	266
Исломов И.И., Насулоев У.У.* ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ВА САНОАТИКУНОНИИ БОСУРЪАТИ ТОҶИКИСТОН.....	271
Ишалин А.В. ¹ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ ОТДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ.....	277
Кадыров А.Л., Джавхарова Н.И. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ И ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ГОРОДА ХУДЖАНДА.....	281
Лебединский В.Е., Веппер Л.В. ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАЗОРАХ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	287
Махмамуродов А., Сулаймонов А., Қосимов Д. КАТАЛИЗАТОРҲОИ ГЕТЕРОГЕНИИ АЗ ОБ ВА МАҲЛУЛҲОИ ОБӢ ХОРИҶКУНИИ ОКСИГЕНИ МОЛЕКУЛАВӢ.....	290
Пономарева З.Р. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	293
Тошходжаева М.И., Расулов Х.И.* ВНЕДРЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ:.....	298
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	298
<i>Баҳши 4 ДУРНАМОИ ИСТИФОДАИ МАНБАҲОИ БАҶҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ.....</i>	<i>303</i>
<i>Секция 4 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....</i>	<i>303</i>
Абдуллоев М.А., Юсупов С., Қодиров А. ФИЗИКА ВА ТЕХНИКАИ ТАБДИЛДИҲИИ ЭНЕРГИЯИ ПНЕВМАТИКИИ БАЛАНДФИШОР БА ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ.....	303
Абдуҳақимов Н.К.* ТАҲЛИЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИИ РОТОРАШ КӢТОҲВАСЛИ СЕФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ.....	310
Абдуҳақимов Н.К.* ТАҲЛИЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИИ РОТОРАШ КӢТОҲВАСЛИ СЕФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ.....	321
Алексеев М.И. СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	331
Алексеев М.И. МОНИТОРИНГ ЛИНИЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.....	334
Алиназарова М.А. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РТ.....	337
Бобоев А.Ҷ.*, Абдуҳақимов Н.К.* ТАҲЛИЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИИ РОТОРАШ ФАЗАВИИ СЕФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ.....	343
Бобоев Ш.А. ОСОБЕННОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЧАСТИЧНОГО РАЗРЯДА НА ГИДРОГЕНЕРАТОРАХ.....	354
Бобоева Н.Б., Тошхоҷаева С.А., Махмудова Н.Н. ВОБАСТАГИИ ЗЕҲНИ СУНӢИ БО ҶАНБАҲОИ ЭНЕРГЕТИКИИ РАҚАМИКУНОНИ ДАР БИНОҲО.....	357

Домуллоҷонов А., Хусейнова М.В. ОБГАРМКУНАКИ ОҒТОБИИ ПОЛИКАРБОНАТӢ.....	362
Злотников А.И. ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МДО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ.....	365
Махмудова Н.Н., Бобоева Н.Н., Ахророва М.Х. НАҚШИ КАЛИДИИ ЭНЕРГЕТИКА БАРОИ РУШДИ САНОАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	369
Прокопьев М.И., Муратаева Г.А. СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ: МОДЕРНИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ СХЕМ ПОЛЕЗНОГО ОТВОДА ТЕПЛА.....	373
Рахимов О.С., Тошходжаева М.И., Комилова М.Ё. ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА РАВНИННОЙ МЕСТНОСТИ.....	375
Рахманкулов Ш.Ф., Гарифуллин М.Ш., Галиев И.Ф. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ С ИНТЕГРАЦИЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	379
Решетников В.А. АНАЛИЗ ГРУППОВОЙ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	383
Рябков М.В., Погуляев М.Н. ВЛИЯНИЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ НА ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫХОДНОГО ТОКА.....	388
Сайдалиев М.Б.* ТАҲЛИЛИ ҲАРАКАТОВАРИ ЭЛЕКТРИКИИ ҶАРАӢНИ ДОИМӢ БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ.....	391
Сайдалиев М.Б.* ТАРТИБДИҲИИ СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ ҲАРАКАТОВАРИ ЭЛЕКТРИКИИ ҶАРАӢНИ ДОИМӢ.....	401
Хамидуллин И.И., Наумов О.В. ТОПОЛОГИЯ УМНЫХ СЕТЕЙ.....	409
<i>Баҳши 5 ОМОДА НАМУДАНИ КАДРҲОИ МУҲАНДИСИИ ИХТИСОСҲОИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ ВА ЭЛЕКТРОТЕХНИКӢ ДАР ШАРОИТИ МУОСИР.....</i>	<i>412</i>
<i>Секция 5 ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....</i>	<i>412</i>
Ахророва М., Шокирова И.А. ИСТИФОДАБАРИИ ТАЪЛИМИИ ЭЛЕКТРОНИӢ ВА ЗАХИРАҲОИ ИТТИЛООТӢ ДАР РАВАНДИ ОМУӢЗИШИ ЭЛЕКТРОНИКА ДАР ОМУӢЗИШГОҲИ ОЛИӢ.....	412
Каландаров Х.У. РОЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА.....	415
Мирхаликова Д.С. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОГРАММАХ ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.....	419
Рахимов О.С., Холмуродов Ш.А. ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	426
Рахимов О.С., Тошхўчаева М.И. МУАММОҲОИ ТАӢЁР НАМУДАНИ КАДРҲОИ МУҲАНДИСӢ ДАР СИСТЕМАИ ТАҲСИЛОТИ ОЛИИ КАСБӢ ДАР СОҲАИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ВА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.....	430

Хонандагони иззатманд!

Ба Шумоён маҷмӯаи мақолаҳои Конференсияи сеюми ҷумҳуриявии илмӣ-амалии «Технологияҳои муосир дар электроэнергетика ва саноат» пешниҳод мешавад, ки барои иштирокчиён майдони васеи таҳлилу баррасии муаммоҳои ҳалталаби соҳаи таъминоти барқ ва энергосарфа мебошад.

Дар маърузаҳои ҷаласаи пленарӣ дастовардҳо оиди ҷорикунии энергосарфа, технологияҳои муосир дар соҳаҳои гуногун ва рушди электроэнергетика ва саноат баррасӣ гардидаанд.

Қисми аввали маҷмӯа мақолаҳоро доир ба масъалаҳои амалӣ намудани энергосарфа ва ҷорикунии технологияҳои муосир дар электроэнергетика ва саноат дарбар гирифта, муаллифон кӯшиш ба харҷ додаанд, ки масъалаҳои ташкил ва ҷорӣ намудани ҷораҳои заруриро оид сарфачӯӣ дар мисолҳои мушаххас дида бароянд.

Дар қисми дигари маҷмӯа мақолаҳое оварда шудаанд, ки ҷабҳаҳои гуногуни истифодаи технологияҳои муосир дар ҳаёти ҷомеа, муаммоҳои таъмини амнияти энергетикӣ дар минтақа ва масъалаҳои тайёркунии кадрҳои баландихтисоси соҳаи электроэнергетика ва электротехникаро дар бар мегирад.

Умедворем, хулосаҳо ва пешниҳодҳои баррасӣ намудаи муаллифони мақолаҳо оид ба ҷорикунии энергосарфа ва ворид намудани технологияҳои муосир дар истеҳсолот ва рӯзгор дар амал татбиқ гардида, ба рушди соҳаи электроэнергетика ва саноати ҷумҳурӣ ва вилоят мусоидат хоҳанд кард.

Донишкадаи политехникӣ иқдом гирифтааст, ки конференсияро давраи ташкил намуда, онро ҳамчун майдони алоқаи илму амал, мавзеи намоиш ва мубодилаи афкор оид ба дастовардҳои илмӣ-амалии соҳаи ҷорикунии технологияҳои муосир ва энергосарфа дар электроэнергетика ва саноат, инчунин муайянсозии рушди ин соҳа дар вилояти Суғд гардад. Аз ин рӯ Шумо метавонед, фикру ақидаҳои худ, пешниҳодот ва таҷрибаи амалии худро ба суроғаи зерин ирсол намоед:

Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, хиёбони И. Сомонӣ 226, кафедраи таъминоти барқ ва автоматика; E-mail: konferenciya.22@mail.ru.

Комитети тадорукот

P.S. Маҷмӯа бе таҳрир ва воридкунии тағйирот бо забони аслий ва таҳияи муаллиф тартиб дода шудааст.

Уважаемые читатели!

В предлагаемом сборнике опубликованы статьи участников Третьей Республиканской научно-практической конференции «Современные технологии в электроэнергетике и промышленности», которая стала для участников местом широкого обсуждения и анализа проблем энергосбережения и электроснабжения.

На пленарном заседании представлены достижения по реализации энергосбережения, внедрения современных технологий в различных отраслях и развитие электроэнергетики и промышленности.

В одной части сборника помещены статьи по реализации энергосбережения и внедрения современных технологий в электроэнергетике и промышленности, авторы которых стремились на конкретных примерах показать задачи практической реализации необходимых мер и мероприятий по энергосбережению.

В другой части сборника помещены статьи, относящиеся к различным направлениям использования современных технологий в жизни общества, проблемы энергетической безопасности и подготовки инженерных кадров электротехнического профиля.

Надеемся, что заключения и предложения авторов статей будут реализованы и содействуют решению проблем энергосбережения и развитию электроэнергетики и промышленности Республики, и области.

Политехнический институт планирует сделать конференцию периодической, чтобы она стала местом обмена идеями, демонстрации и реализации достижений по внедрению современных технологий и энергосбережения в электроэнергетике, промышленности и в быту, а также определения направлений развития этой отрасли в Согдийской области. Исходя из этого, Вы можете обратиться со своими идеями и предложениями по адресу:

Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226, кафедра электроснабжения и автоматики; E-mail: konferenciya.22@mail.ru.

Оргкомитет

P.S. Сборник составлен на основе авторской правки статей.



Бахши 1
ЭНЕРГОСАРФА ВА ТЕХНОЛОГИЯҲОИ МУОСИР
ДАР САНОАТ ВА РЀЗҶОР

Секция 1
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И БЫТУ

УДК 621.311

Авезов А.Х.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел.: +992927777878, e-mail: Azizullo Avezov azizullo@businessconsulting.tj

Введение. Состояние и перспективные направления развития энергетики являются важнейшим фактором стратегического развития страны. В современных условиях, это особенно актуально для стран Центральной Азии, где новые парадигмы социально-экономического развития обуславливают необходимость переосмысления существующей стратегии развития. Приоритетной задачей развития для всех этих стран является эффективное использование энергетических, а для Таджикистана, также электроэнергетических, ресурсов. В условиях независимости, энергетический потенциал этих стран превратились в предмет пристального внимания и конкурентной борьбы за влияние со стороны таких мировых держав как Китайская Народная Республика, США, Европейский Союз и других.

В этих условиях, странам региона крайне важно сохранить потенциал энергетических ресурсов и определить стратегию их эффективного использования. Поэтому кардинальные изменения происходящие в настоящее время в Центральной Азии требуют основательного переосмысления и переориентации энергетической стратегии стран региона. Цель настоящей статьи - это оценка современного состояния, задач и перспективных



направлений развития электроэнергетики Таджикистана, как имеющее важное научное и практическое значение.

В таблице 1, приведен ресурсный потенциал энергетики стран Центральной Азии.

Таблица 1. Ресурсный потенциал энергетики стран Центральной Азии

	Казах- стан	Кыргыз- стан	Таджи- кистан	Туркме- нистан	Узбеки -стан	ЦА
Уголь*, млрд. т	34,1	1,27	1,0	-	4	40
Нефть*, млн. т	2760	10,2	10	75	81	2936
Газ*, млрд. м3	1841	6,2	10	2860	1875	6592
Уран**, тыс. т	601	-	-	-	83,7	684,7
Гидропотенциал,*** тВт.ч./год	27	99	317,8	2	15	460,8
ВИЭ, включая МГЭС, тВт.ч/год	66	-	18,4	-	-	84,4

* По углю, нефти и природному газу объемы разведанных запасов; ** Оценка разведанных запасов урана с издержками добычи до 130 долл./кг; *** Экономически эффективный гидроэнергетический потенциал. Источник. Материалы экспертных исследований. " Глобализация, ВТО и Таджикистан: расширение диалога для устойчивого развития". Общественная организация Республики Таджикистан «Фонд поддержки гражданских инициатив». Информационный бюллетень №7, Душанбе.

Как видно из таблицы, в Центральной Азии сосредоточен огромный потенциал углеводородных и гидроэнергетических ресурсов. По объемам разведанных запасов каменного угля и нефти, в странах Центральной Азии лидирует Казахстан. Больше половины запасов природного газа сосредоточено в Туркменистане и Узбекистане. По запасам экономически эффективного гидроэнергетического потенциала, среди стран Центральной Азии первенствует Таджикистан.

В Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года, электроэнергетике Таджикистана, основанной преимущественно на гидроэнергетическом потенциале, отводится ключевое место в экономическом развитии. Тому есть веские основания. Как известно, по запасам гидроресурсов на 1 км² площади Таджикистан занимает 1-е место в мире. По запасам на душу населения - 2-е место, после России, а по общим запасам гидроэнергии 8-е место в мире. Запасы гидроресурсов равны 527 млрд. кВт-ч в год, из которых технически доступны 317,8 млрд. кВт-ч в год, в настоящее время используется лишь около 5% потенциала. Рассмотрим более подробно электроэнергетическую систему Таджикистана.

Характеристика электроэнергетической системы Таджикистана.
Организационно электроэнергетическая система Таджикистана состоит из



четырёх акционерных энергетических компаний: ОАХК «Барки Точик»; ОАО «Сангтудинская ГЭС-1»; ОАО «Сангтудинская ГЭС-2» и ОАО «Памир Энерджи». В 2020 году этими компаниями было произведено 19,8 млрд. кВт-ч электроэнергии, его распределение по энергетическим компаниям показано в таблице 2. Как видно из таблицы, основной объем выработки электроэнергии или около 84 % приходится на генерирующие мощности ОАХК «Барки Точик».

Таблица 2. Оценка производства электроэнергии и доли рынка энергетических компаний Таджикистана

Субъекты	Выработка, млрд. кВт-ч	Доля рынка, %
ОАХК «Барки Точик»	16,6	84
ОАО «Сангтудинская ГЭС-1»	2,2	11
ОАО «Сангтудинская ГЭС-2»	0,8	4
ОАО «Памир Энерджи»	0,2	1
Всего	19,8	100

В следующем 2021 году, годовая выработка электроэнергии на электрических станциях Таджикистана достигла 20,6 млрд. кВт-ч.

Примечателен факт, что до 1990 годов электроэнергетический комплекс Таджикистана являлся одним из самых эффективных энергосистем в составе СССР. О высокой эффективности гидроэнергетических ресурсов Таджикистана свидетельствует следующий факт. В соответствии с программой развития гидроэнергетики СССР на 1990-2005 годы, на долю Таджикистана, занимавшего всего 0,64% территории и 2% населения СССР, приходилось 17% общей установленной мощности ГЭС.

Электроэнергетическая система Таджикистана связана с энергетическими системами Центральной Азии, включающих Узбекистан, Кыргызстан и Казахстан и с энергетической системой Афганистана. Общая установленная мощность энергосистемы Таджикистана составляет 5757 МВт, из которых на гидроэлектростанции приходится 87,6%, а на тепловые станции – 12,4% всей мощности. Управление выработкой, передачей и распределением электроэнергии, до начала реструктуризации, проводила государственная акционерная холдинговая компания (ОАХК) «Барки Точик». В таблице 3 приведены параметры генерирующих мощностей электроэнергетической системы Таджикистана.



Таблица 3. Параметры генерирующих мощностей электроэнергетической системы Таджикистана

№	Электростанции	Установленная мощность установок, МВт	Количество генерирующих установок, ед.	Установленная мощность станции, МВт
1.	Нурекская ГЭС	320/335	1/8	3000
2.	Байпазинская ГЭС	150	4	600
3.	Головная ГЭС	35/45	3/3	240
4.	Кайракумская ГЭС	21	6	126
5.	Сангтудинская ГЭС 1	167	4	670
6.	Сангтудинская ГЭС 2	110	2	220
7.	Перепадная ГЭС	10,8/8,35	2/1	29,95
8.	Центральная ГЭС	7,5	2	15
9.	Каскад Варзобских ГЭС	3,72/7,2/1,76	2/2/2	25,36
10.	Душанбинская ТЭЦ	35/42/86	2/1/1	198
11.	Яванская ТЭЦ	60	2	120
12.	Душанбинская ТЭЦ-2	50/150	2/2	400
14.	Памир энерджи	—	—	28

Источники: Официальный сайт Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан (дата обращения 3 марта 2021 года); Промышленность Республики Таджикистан. Статистический сборник. Агентство по статистике при Президенте РТ, 2019. С.25-26,87. и др.

Данные таблицы 3 отражают установленную мощность установок, количество генерирующих установок и общую мощность станции.

Как видно из таблицы, в Таджикистане функционируют несколько тепловых электростанций. Две из них: Душанбинская и Яванская, мощностью 198 и 120 МВт, были построены в период СССР и работают на газе и мазуте. В 2014 году была введена в эксплуатацию первая очередь Душанбинской ТЭЦ-2 мощностью 100 МВт работающая на каменном угле, общая мощность которой составляет 400 МВт. Основные параметры тепловых электростанций Таджикистана представлены в таблице 4.

Таблица 4. Основные параметры тепловых электростанций Таджикистана

ТЭЦ	Установленная мощность, МВт	Количество генерирующих установок	Установленная мощность электростанции, МВт
Душанбинская ТЭЦ	35/42/86	2/1/1	198
Яванская ТЭЦ	60	2	120
Душанбинская ТЭЦ-2	50/150	2/2	400

Источники: Официальный сайт Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан (дата обращения 3 марта 2021 года). Промышленность Республики Таджикистан. Статистический сборник. Агентство по статистике при Президенте РТ, 2019.



Возобновляемые источники энергии. Таджикистан обладает значительными запасами возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таблица 5. Основным из них являются гидроресурсы, которые самые высокоэффективные среди всех видов возобновляемых источников энергии, находящихся на территории страны. Вырабатываемая на гидроэлектростанциях электроэнергия — самая дешевая из всех существующих способов получения энергии в Таджикистане. Запасы возобновляемых гидроэнергетических ресурсов, возможных к освоению, превышают нынешнее потребление электроэнергии Центральной Азии в 3,5 раза. Другие возобновляемые источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия, энергия биомассы, термальных источников могут обеспечить значительную часть энергетических потребностей, удаленных от централизованной энергосистемы районов страны.

В настоящее время используется менее 4% имеющегося потенциала от технических возможных и экономически эффективных запасов гидроресурсов Таджикистана. Около 10% населения Таджикистана проживает в горных труднодоступных районах по долинам мелких рек и водотоков вдали от централизованных систем электроснабжения, наиболее перспективным здесь является применение источников возобновляемой энергии: энергии малых рек, солнечной энергия, геотермальных вод, энергии ветра и биоэнергии.

Несмотря на огромный потенциал возобновляемых источников энергии в Таджикистане, практическое их использование незначительно и составляет менее 1% от потенциала.

Таблица 5. Ресурсы возобновляемых источников энергии Таджикистана, млн тут/год

Ресурсы	Валовой потенциал	Технический потенциал	Экономический потенциал
Гидроэнергия, общая	179,2	107,4	107,4
в т.ч. малая	62,7	20,3	20,3
Солнечная энергия	4790,6	3,92	1,43
Энергия биомассы	4,25	4,25	1,12
Энергия ветра	163	10,12	5,06
Геотермальная энергия	0,045	0,045	0,045
Всего (без крупных ГЭС)	5 020,595	38,635	27,955

Источник: Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов, К. Кабутов, Х.С. Каримов. Общая оценка энергетики в мире и Таджикистане // Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2009, № 2 (135).

Так, в стране действуют 2433 штук солнечных установок с общей мощностью 8,87 кВт, 9 ветровых установок мощностью 5,1 кВт и 285 малых ГЭС, таблица 6.

Наиболее перспективными из всех ВИЭ являются малые ГЭС, поскольку малые водотоки практически равномерно распределены на большей территории



Таджикистана. Поэтому, в настоящее время, в республике приоритетным направлением принято считать строительство малых ГЭС, размещенных в непосредственной близости к потребителям. Это альтернатива строительству дорогостоящих линий электропередач для подключения таких потребителей к централизованной системе электроснабжения.

В стране действуют более 285 малых ГЭС мощностью от 5 до 4300 кВт, таблица 6. Из этого количества, 16 единиц малых ГЭС построены и эксплуатируются ОАХК «Барки Точик», т.е. являются государственными.

Таблица 6. Действующие установки на возобновляемых источниках энергии

Источники	Количество установок, шт	Установленная мощность, кВт
Солнечные установки	2433	8,87
Ветровые установки	9	5,1
Малые ГЭС	285	26565

Наиболее крупными из них являются: «Марзич» (4300 кВт) Айнинский район, «Сангикар» Раштский район (1000 кВт), «Питовкул-2» Джиргитальский район (1100 кВт), «Кухистон» Горно-Матчинский район (500 кВт).

Системообразующие и распределительные сети. Системообразующие сети в Таджикистане состоят из линий электропередачи с уровнем напряжения 500 кВ, 220 кВ и 110 кВ, таблица 7.

Таблица 7. Системообразующие линии электропередачи

Системообразующие ЛЭП	Общая протяженность, км
ЛЭП напряжением 500 кВ	489,74
ЛЭП напряжением 220 кВ	1161,29
Всего	1651,03

Распределительные линии электропередачи включают ЛЭП с уровнем напряжения 220 кВ, 110 кВ, 35 кВ и 6-10-20 кВ, таблица 8.

Таблица 8. Распределительные линии электропередачи

Распределительные ЛЭП	Протяженность, км
напряжением 220 кВ	563,315
напряжением 110 кВ	3055,208
напряжением 35 кВ	2476,219
напряжением 6-10-20 кВ	21499,851
Всего	27594,593



Общая протяженность распределительных сетей составляет около 27595 км.

Структура потребления электроэнергии. В 2020 году в стране было произведено 19 771 млн. кВт-ч электроэнергии, из них 15 420 млн. кВт-ч было направлено на внутреннее потребление. Из 15420 млн. кВт-ч, было использовано в промышленности - 17,8%, в строительстве - 0,4%, на транспорте - 0,05%, в сельском хозяйстве - 17,0%, в других отраслях - 20,25%, населением - 44,5%. Все еще высокими остаются потери в сетях, они достигают 15-16 %.

Отличительные особенности электроэнергетики от других отраслей экономики. Электроэнергетические системы обладают отличительными от других отраслей экономики особенностями. Эти отличия не всегда позволяют регулировать отрасль рыночными механизмами. Этими особенностями являются:

1. практически мгновенный процесс производства и потребления электроэнергии, невозможность или чрезмерная дороговизна ее складирования;
2. тесная режимная связь параллельно работающих электрогенерирующих и энергопотребляющих установок;
3. высокая скорость распространения переходных процессов и аварийных ситуаций на значительные расстояния.
4. необходимость создания больших объемов резервных мощностей, что очень дорого. Однако ущерб от перерыва электроснабжения еще выше. Это предопределяет объединение энергосистем.
5. техническая сложность управления такими системами и необходимость высокой надежности ее работы требуют единой системы автоматического управления режимами энергосистемы.

При этом, повышенными требованиями к электроэнергетике является надежность функционирования, обеспечивающее энергетическую, экономическую и национальную безопасность страны.

Основные задачи электроэнергетики Таджикистана. Основные задачи в электроэнергетике Таджикистана и требующие неотложного решения следующие:

- недостаток высокопрофессиональных кадров в отрасли, государственных, обладающих гражданской позицией;
- отсутствие долгосрочной стратегии развития и укрепления межгосударственного сотрудничества в области энергетики и водных ресурсов в центрально азиатском регионе;



- отсутствие глубоко продуманной стратегией реформы электроэнергетики, поддержанных большинством профессионалов отрасли;
- нарастающий процесс физического износа основного оборудования генерирующих, передающих и распределительных мощностей;
- малые объёмы инвестиций в электроэнергетику, не позволяющие обеспечить простое воспроизводство;
- нерациональная политика цен на первичные энергоносители, вследствие чего значительный объем электрической энергии расходуется на отопление и образуется дефицит энергии;
- отсутствие серьезных стимулов для повышения эффективности, рационального производства, потребления электроэнергии, обеспечения энергосбережения и энергетической безопасности;
- финансовая и информационная "не прозрачность" многих предприятий отрасли;
- сокращение научно-технического и строительного потенциала отрасли;
- несформировавшийся рынок электроэнергии как в Центральной Азии, так и на уровне отдельных стран;
- отсутствие полноценной нормативно-правовой базы для электроэнергетики, а также эффективных принципов ценообразования на электрическую энергию;
- серьёзное отставание в сфере внедрения новой техники и новых технологий производства, транспорта, распределения и потребления электрической энергии и др.

Для решения этих проблем и обеспечения нормальной эксплуатации энергосистемы, в первую очередь, требуются значительные финансовые средства. Так, по разным, выполненным ранее оценкам, только для решения первоочередных проблем жизнеобеспечения энергетики Таджикистана необходимы порядка 750 – 1000 млн. долл. Счет идет на миллиарды долларов случае развития энергетики, модернизации существующих и строительства новых гидроэлектростанций. Таких ресурсов сегодня в электроэнергетике страны нет. В результате не только снижается надежность энергоснабжения всех потребителей, но и возникает угроза безопасности самих объектов энергосистемы.

Перспективные направления развития электроэнергетики Республики Таджикистан. Перспективными направлениями развития электроэнергетики Таджикистана для достижения целей Национальной стратегии развития являются следующие.

1. Восстановление установленных мощностей генерирующих станций. В настоящее время, часть генерирующих мощностей электростанций простаивает



в силу значительной изношенности, поломки, отсутствия запасных частей и квалифицированного ремонта, ненадлежащего уровня эксплуатации и др. причин. Восстановление этих мощностей является самым дешевым, быстрым и эффективным способом увеличения выработки электроэнергии в энергосистеме Таджикистана.

2. Межгосударственное сотрудничество в области электроэнергетики со странами Центральной Азии. Для энергосистемы Таджикистана межгосударственное сотрудничество жизненно важно. Оно приносит значительные выгоды за счет: сокращения резервных мощностей в энергосистеме; участия в покрытии сезонных и суточных пиков графика нагрузки; регулирования частоты в энергосистеме; сокращения объемов холостых сбросов; обмена опытом, привлечения опытных специалистов для совместных ремонтных работ и др.

3. Оптимизация соответствия структуры генерирующих мощностей структуре потребителей электроэнергии. Одной из причин нехватки электроэнергии в энергосистеме является ее использование для отопления жилых и производственных зданий. Электроэнергия считается высококачественным энергоресурсом и в мировой практике редко используется в целях отопления. Для этого применяются более низкокачественные энергоресурсы: уголь, мазут, природный газ и др. Решение этой проблемы позволило бы значительно снизить дефицит электроэнергии в энергосистеме Таджикистана.

4. Вовлечение в топливно-энергетический баланс экономически эффективных возобновляемых источников энергии. Как было отмечено, Таджикистан богат источниками возобновляемой энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, малых ГЭС, биоэнергии и др. Их вовлечение в топливно-энергетический баланс, особенно для низкотемпературных тепловых процессов, позволило бы значительно расширить использование ресурсной базы энергетики страны.

Для этого необходимо проведение глубоких исследований в области методов оценки эффективности возобновляемых ресурсов, выбора их параметров, условий работы в единой энергосистеме и многих др.

Заключение. В заключении отметим, что решение поставленных перед электроэнергетикой страны задач и реализация перспективных направлений развития позволит Таджикистану достичь целей Национальной стратегии развития, укрепить экономику и повысить уровень благосостояния населения на основе обеспечения устойчивого экономического развития.



УДК 621.22; 627.88

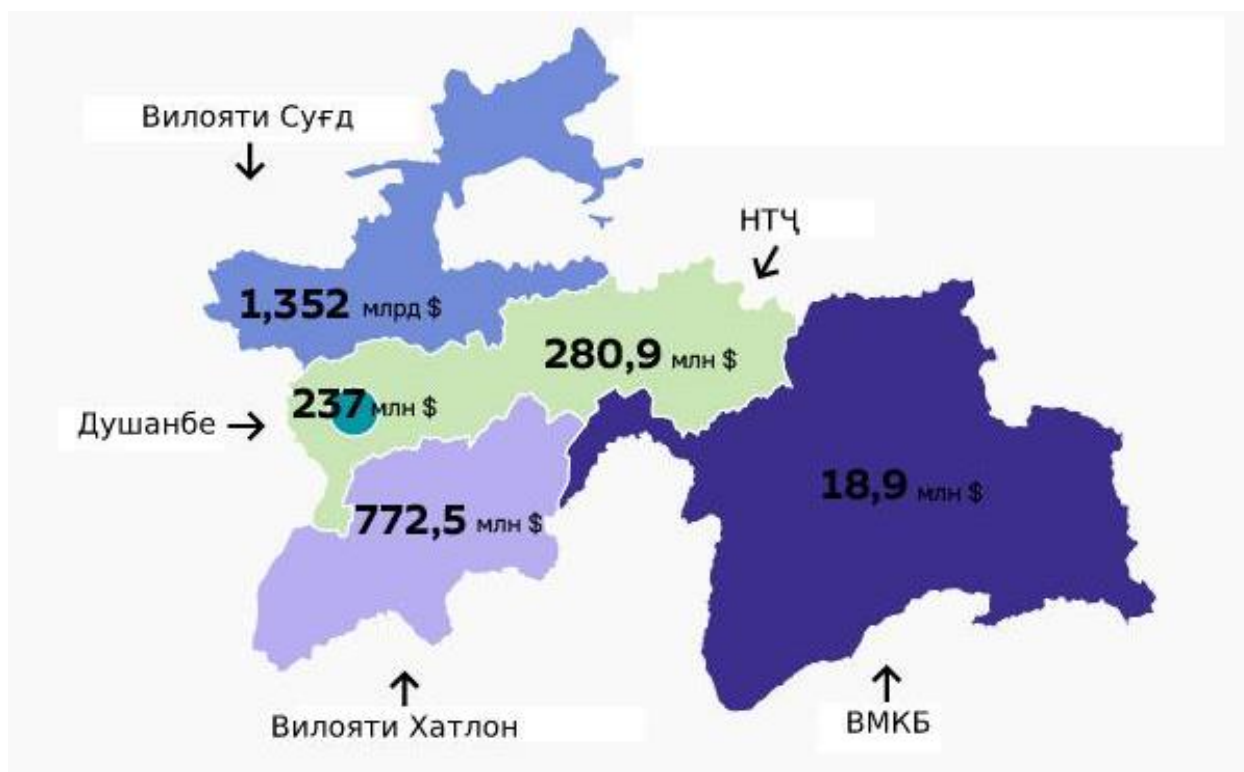
Аскарова С.С., Нуриддинов А.Н.*

ТЕХНОЛОГИЯҲОИ МУОСИР ДАР ТАМОҶОЛИ РУШДИ САНОАТИ МИЛЛӢ

*Магистранти курси 1-уми ихтисоси “1-25 01 03 – Иқтисодиёти ҷаҳонӣ”
МДТ “Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Б.Ғафуров”
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд
Тел.: +992926165557, e-mail: sanam85@mail.ru

Дар сохтори ҳудудӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон аз тарафи ҷанубу шарқии Осиёи Миёна ҷойгир шуда, ҳудуди он 142 550 км² буда, он бо Ҷумҳуриҳои Ўзбекистон (910 км), Қирғизистон (630 км), Афғонистон (1030 км) ва Ҷумҳурии Мардумии Чин (430 км) ҳамсарҳад мебошад. Мувофиқи маълумотҳои Кумитаи омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар соли 2021 аҳолии он 9818722 нафарро ташкил медиҳад. Барои ба рушди инноватсионии системаи саноатӣ ноил гардидан Ҷумҳурии Тоҷикистонро зарур аст, ки истифода намудани иқтидорҳои саноатии дохилии тамоми кишварро тариқи оқилона ва сарфакорона истифода намудани захираҳои мавҷудбуда шиддат диҳад. Ба д-ин минвол ва тибқи «Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» дар соли 2030-ум ҳаҷми саноат дар сохтори ММД-и кишвар бояд то 21 % афзоиш ёбад. [1, С.16-20]. Барои ноил гардидан ба чунин ҳадафҳои миллии баланд бардоштани самаранокии соҳаҳои коркард ва истихроҷи саноатӣ, рақобатпазир гардонидани истеҳсолоти ватанӣ бо истифодаи технологияҳои муосир хело муҳим мебошад.

Рушди иқтисодӣ-иҷтимоии Ҷумҳурии Тоҷикистон бо сатҳи рушд ёфтани системаи саноати кишвар саҳт алоқамандӣ дорад ва он саҳми соҳаҳо дар таъмини баланд гардидани иқтисодиёти инноватсиониро ба таври объективона инъикос менамояд. Дар сохтори истеҳсолоти умумии кишвар, дар соли 2020, дар ҷумҳурӣ саҳми маҳсулоти саноатиро тавсифи 293 намуди маҳсулоти саноатии истеҳсолкардашуда инъикос менамояд, ки асосан ба онҳо истеҳсоли тилло, нуқра, сурб, алюминий, ангишт, металҳои қимматбаҳо, пахта, семент, хишт, асбест, шифер, доруворӣ, масолеҳи гӯштӣ, масолеҳи хамаи ва ғ. дохил мешаванд. Дар маҷмӯъ, тибқи маълумотҳои расмӣ ҳаҷми истеҳсоли масолеҳи саноатӣ нисбат ба ҳамин давраи соли 2019 то ба 9,7 % афзоиш ёфта аст (расми 1).



Расми 1 – Истехсоли умумии маҳсулот дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

Корхонаҳои бузурги саноатии кишвар потенциали иноватсионӣ ва азнавсозии техникаву технологияи хешро пурқувват намуда, ба шароитҳои бозори рушдкунанда муосидат намуда истода, асоси ташаккулёбии системаи саноати кишварро ташкил дода истодаанд. Бояд тазаккур дод, ки барои баҳогузорӣ намудани потенциали системаи саноатии Ҷумҳурии Тоҷикистон зарур аст, то таҳлили қиёсии минтақавию сохтории соҳаҳои саноат гузаронида шавад ва он метавонад ангеаҳои бартариятдор ва сусти соҳаҳои муҳими иқтисодиётро муайян намояд. Аз ҷумла чанбаҳои мавқеи ҷорӣ соҳаи саноат ва тамоюлҳои рушди онро метавон арзёбӣ кард.

Бояд қайд намоем, ки айни замон дар кишвар имкониятҳои таъминоти иттилотии равандҳои баҳогузорӣ намудани системаи саноат ва дар маҷмӯъ тамоми иқтисодиёт, фароҳам оварда шуда аст. Масалан дар «Системаи ҳисобҳои миллӣ» баҳисобгирии маҷмӯи маҳсулоти дохилӣ (ММД) ва маҷмӯи маҳсулоти минтақавӣ (МММ) ба роҳ монда шудаанд, ки ба муҳаққон имконият медиҳад, то вобаста ба онҳо таҳлилҳои қиёсии рушди иқтисодиёти кишвар ва соҳаҳои саноат амалӣ карда шаванд (ҷадвали 1).



Чадвали 1 – Тағйирёбии сохтори истеҳсолии ММД-и Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҳиссаи МММ дар он

	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	2020 / 2010, %
I	24707,1	36163,1	45606,6	54790,3	71059,2	79109,8	82543,0	3,3 мар.
II	106,5	107,5	106,7	106,93	107,6	107,4	104,5	-
III	3285,8	4579,2	5523,7	6336,3	7870,2	8580,1	8788,9	2,6 мар.
IV	750,4	961,5	1119,3	808,7	860,0	900,3	851,5	113,5
V	22308,9	32784,7	40836,2	49921,1	61368,4	68691,3	73870,5	3,3 мар.
VI	90,3	90,7	89,5	91,6	89,1	88,8	89,5	-

Эзоҳ: I - ММД бо нархҳои амалии мутобиқи солҳо, млн. сомонӣ; II - Суръати афзоиши ММД бо ҳисоби фоиз нисбат ба соли гузашта; III – ММД ба ҳар нафар аҳоли, сомонӣ; IV - бо доллари ИМА, V - Маҷмӯи маҳсулоти минтақавӣ; VI - Ҳиссаи МММ дар ҳаҷми умумии ММД, бо фоиз

Ҳисоби муаллиф аз рӯи: Тоҷикистон: 30 - соли истиқлолияти давлатӣ // Маҷмӯаи оморӣ. – Душанбе, Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2021. – С. 335.

Дар солҳои охир суръати нишондиҳандаҳои асосии иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таври назаррас вусъат меёбад. Чи хеле, ки аз маълумотҳои чадвали 1 бармеояд, дар давраи таҳлилии ММД-и ҷумҳурӣ дар соли 2020 нисбат ба соли 2010 ба ҳаҷми 3,3 маротиба афзоиш ёфта, ҳамзамон дар он ҳиссаи МММ бо афзоиши 3,3 маротиба ба қайд гирифта шуда аст. Аммо суръати афзоиши он нисбат ба соли гузашта 2,4 % кам шуда, дар соли 2010 андозаи он ба ҳар сари аҳоли 3285,8 сомони ро ташкил дода, соли 2020 ба 2,6 маротиба афзоиш ёфта аст. Бояд қайд намоем, ки ҳарчанд афзоиши ММД бо асъори хориҷӣ (доллари ИМА) дар давраи таҳлилии афзоиш ёфта, 13,5 % - ро ташкил дода бошад ҳам, аммо суръати афзоиши он дар соли 2020 нисбат ба солҳои 2019 ва 2018 паст гардида аст, ки ин ҳолат дар натиҷаи баланд гардидани қурби асъори хориҷӣ ба вуқӯъ омада аст. Ҳамчунин дар ин самт, дар соли 2010, ҳиссаи МММ дар ҳаҷми умумии Маҷмӯи маҳсулоти дохилӣ 90,3 %-ро ташкил дода, соли 2020 бошад ҳаҷми он дар ҳаҷми умумии ММД ба 0,8 % кам шуда, 89,5%-ро ташкил дода аст. [2, С.335].

Аммо бояд тазаққур дод, ки ҳиссаи саноат дар ташаккули нишондиҳандаҳои асосии иқтисодии кишвар, ҳамчун соҳаи калидӣ бояд мавриди таҳқиқоти амиқ қарор гирифта шавад. Зеро ҳамчун соҳаи пешбарандаи иқтисодӣ баромад намуда, қисмати ҷудонашаванда ва таркибии онҳо мебошад (чадвали 2).



**Чадвали 2 – Ҳиссаи ММС бо ғоиз дар ҳаҷми ММД ва МММ- и Ҷумҳурии Тоҷикистон
 (бо нархҳои мутобиқи солҳо, млн. сомонӣ)**

Нишондиҳандаҳо	2010	2015	2016	2018	2019	2020	2020 / 2010, %
ММД	24707,1	50977,8	54790,3	71059,2	79109,8	82543	3,3 мар.
ММС	11344	12196	15090	23894	27613	30890	2,7 мар.
Ҳиссаи ММС дар ҳаҷми умумии ММД, %	45,91	23,92	27,54	33,63	34,90	37,42	81,5
МММ	22308,9	43745,9	49921,1	61368,4	68691,3	73870,5	3,3 мар.
Ҳиссаи ММС дар ҳаҷми умумии МММ, %	50,8	27,9	30,2	38,9	40,2	41,8	82,2

Ҳисоби муаллиф аз рӯи: Тоҷикистон: 30 - соли истиқлолияти давлатӣ // Маҷмӯаи оморӣ. – Душанбе, Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2021. – С. 335, 394-405; Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон: 30 - соли истиқлолияти давлатӣ // Маҷмӯаи оморӣ. – Душанбе, Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2021. – С.9;

Аз маълумотҳои чадвали 2 бармеояд, ки саҳми маҷмӯи маҳсулоти саноатӣ дар кишвар, дар ташаккулёбии нишондиҳандаҳои асосии рушди иҷтимоӣ-иқтисодӣ назаррас буда, ҳиссаи он дар соли 2020 дар ҳаҷми ММД 37,42 % ва дар ҳаҷми МММ 41,8 % - ро ташкил медиҳад. Аммо тамоюли рушди ин нишондиҳанда ва ҳиссаи он дар соли 2020 нисбат ба соли 2010 дар ҳаҷми ММД 18,5 % ва дар ҳаҷми МММ 17,8 % кам бошад ҳам, аммо аз соли 2015 инҷониб рӯ ба афзоиш дошта, нисбат ба ин давра дар соли 2020 ба 13,9 % зиёд шуда аст. Ин ишора ба он мекунад, ки истеҳсолоти минтақаҳои ҷудогонаи кишвар паст гардида, захираҳои мавҷудбуда ба таври назаррас ва самаранокона истифода нагардидаанд. Ҳамзамон далолат ба он медиҳад, ки механизмҳои иқтисодии мавҷудбудаи ҳавасмандагронӣ ва дастгирикунандаи рушди соҳаҳои саноати тамоми минтақаҳои кишвар бояд таҷдид карда шаванд ва ислоҳоти идоракунии давлатӣ дар асоси амалисозии татбиқи навоариҳо дар идоракунӣ, дар маъмурият, дар менҷмент гузаронида шаванд, то ки таносубҳои байни марказ ва минтақаҳо ба таври беҳтарин ба роҳ монда шаванд. Дар ин замина бояд дар назар дошт, ки нақши мустақилияти корхонаҳои бузург ва минтақавӣ дар ҳуди маконҳои фаъолият ва мустақилона ба роҳ мондани фаъолиятҳои дохиливу берунии ташкилотҳо дар доираи санадҳои меъёриву ҳуқуқӣ низ муҳим мебошад.

Дар давраи рушди муосири иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон яке аз масъалаҳои муҳим ин таъминоти рушди системаи саноатии кишвар мебошад ва аз ин лиҳоз сиёсати саноатӣ дар сиёсати иқтисодии кишвар мақоми асосиро касб намуда аст. Чуноне, ки дар «Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии



Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» вобаста ба тадбирҳои рушди иқтисодӣ ва сценарияи индустриалии рушд зикр мегардад «Дар чунин сатҳ... ҳиссаи саноат дар сохтори ММД то охири давраи пешбинишаванда 1,8 маротиба афзоиш меёбад (дар давраи солҳои ... 2021-2025 то 16 фоиз ва солҳои 2026-2030 то 20-20,5 фоиз)... Тибқи сценарияи мазкур ҳаҷми истеҳсоли саноатӣ нисбат ба соли 2015 5,1 маротиба, аз ҷумла саноати истихроҷи маъдан 6,4 маротиба, саноати коркард 5,5 маротиба ва истеҳсоли тақсими нерӯи барқ, газ ва об 2,2 маротиба афзоиш меёбад» [3, С.19-20].

Дар ин замина соли 2018 «Стратегияи рушди саноат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» (аз 16 майи соли 2018) ва як қатор барномаҳои мӯҳлатҳои муайян қабул карда шудаанд [4, С.9]. Ҳамчунин 6-уми январи соли 2022 тибқи фармони Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ, Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, мухтарам Эмомалӣ Раҳмон фармон дар бораи «Солҳои рушди саноат» эълон намудани солҳои 2022-2026 тасдиқ гардида аст, ки ба рушди соҳаи саноат такони ҷиддӣ ворид месозад.

Чӣ хеле, ки қайд намудем яке аз нишондиҳандаи муассир ба рушди иқтисодӣ ин ММС мебошад, ки қисми маҳсулоти ҷамъиятӣ буда, натиҷаи умумии фаъолияти истеҳсолоти саноатии тамоми корхонаҳои саноатӣ дар давраи муайяни вақтро бо ченаки пулӣ ифода мекунад (ҷадвали 3).

Ҷадвали 3 – Динамикаи ҳаҷми маҳсулоти саноатӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва минтақаҳои он (бо нархҳои дахлдори солҳо, млн. сомонӣ)

Солҳо	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 / 2015, мар.
Ҷумҳурии Тоҷикистон	12196	15090	20029	23894	27613	30890	2,5
Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %	100	100	100	100	100	100	-
ВМКБ	111,8	128,8	193,4	238,3	249,3	228,8	2,04
Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,7	-
Вилояти Сӯғд	4894,2	7078,5	10066,4	11498,4	13053,6	15573,2	3,1
Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %	40,1	46,9	50,3	48,1	47,3	50,4	-
Вилояти Хатлон	4621,2	5047,7	6753,1	7294	8661,1	8998,3	1,9
Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %	37,9	33,5	33,7	30,5	31,4	29,1	-
ш. Душанбе	1350,7	1461,8	1659	2664,9	2753,4	2800,6	2,07
Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %	11,1	9,7	8,3	11,2	10,0	9,1	-
НТЧ	1218,1	1373,2	1357,1	2198,5	2895,6	3289,4	2,7
Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %	10,0	9,1	6,8	9,2	10,5	10,6	-

Ҳисоби муаллиф аз рӯи: Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон: 30 - соли истиқлолияти давлатӣ // Маҷмӯаи оморӣ. – Душанбе, Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2021. – С.9.

Маълумотҳои ҷадвали 3 шаҳодат аз он медиҳанд, ки тамоюли рушди саноат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон афзоиши назаррас дошта, дар маҷмӯъ



нишондиҳандаи он дар соли 2020 нисбат ба соли 2015 ба 2,5 маротиба мерасад. Боиси зикр аст, ки аз ин ҳисса, дар давраи солҳои 2015-2020, дар бурриши минтақаҳои ҷумҳуриӣ тамоюли рушди саноат аз ҳама бештар дар Вилояти Суғд (3,1 маротиба афзоиш) ба қайд гирифта шуда, ҳиссаи НТҚ бошад бо тамоюли рушди 2,7 маротиба мақоми дуюмро касб намуда аст. Тамоюли рушди ММС дар ш. Душанбе ва ВМКБ зиёда аз ду маротиба афзоиш ёфта, Вилояти Хатлон бошад тамоюли афзоиши ба ду маротиба наздик (1,9 маротиба) дорад.

Воқеияти аслии мавқеи ҷойгиршавии соҳаҳои саноат дар минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон чунин аст, ки аз лиҳози географӣ соҳаҳои мазкур нобаробар ҷойгир шудаанд. Аз ҷумла то давраҳои гузаронидани ислохотҳои навини соҳаҳои иҷтимоиву иқтисодӣ саноати электроэнергетикӣ бештар дар минтақаҳои НТҚ ва шаҳри Душанбе ҷойгир шуда, қисмати дигари он дар Вилояти Хатлон ва Вилояти Суғд ҳамчунин қисмати камтарини он дар ВМКБ ҷойгир шуда буданд. Баъдан дар давраҳои гузариши иқтисодӣ дар ҷойгиршавии ҳудудии кишвар тағйиротҳо ба вучуд омаданд ва дар натиҷаи ба Вилояти Хатлон шомил гардидани ш. Норақ дар ҷойгиргаштии соҳавии саноат тағйирот ба вуқӯъ омад. Бояд қайд намоем, ки дар ҷумҳуриӣ то соли 2016 махсусан дар ш. Душанбе аз сабаби мавҷуд набудани гази табиӣ ва маводҳои сӯхт истеҳсоли электроэнергия ва гармидиҳӣ аз қор монда буд. [5, С.73].

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

1. Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 // Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. 1 октябри соли 2016. - № 392. - Душанбе: «КОНТРАСТ», 2016. - С.16-20.

2. Индустириальный Таджикистан: что сделано к 2021 году // Sputnik Таджикистан. URL: <https://tj.sputniknews.ru/20210309/industrializaciya-tajikistan-2021-sdelano-1032973496.html> (санаи мурочиат ба сомона: 27.10.2021), -С.335.

3. Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 // Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. 1 октябри соли 2016. - №392. - Душанбе: «КОНТРАСТ», 2016. - С.19-20.

4. Ниг. масалан ба: Барномаи рушди инноватсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2011-2020. Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30.04 соли 2011, № 227; Стратегияи рушди инноватсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2020 Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 майи соли 2015, № 354; Концепсияи рушди саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 04.12.2003с., №523); Барномаи рушди саноати сабук дар ҚТ барои солҳои 2006-2015 (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистоназ 31.10.2005с., № 422); Барномаи татбиқи



дастовардҳои илмию техникӣ дар истеҳсолоти саноатии ҚТ барои солҳои 2010-2015 (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 05.10.2009, № 574), - С. 9.
Муртазоев, О.К. Совершенствование организационно-экономического механизма развития региональной инновационной промышленной системы (на материалах Центрального региона Республики Таджикистан) / О.К. Муртазоев // Дисс. на соис. уч. степени канд. экон. наук. 08.00.05. – Душанбе, 2018. – С.73.

УДК 621.316

Ашӯров И.*

МУАММОҲОИ БАЛАНД БАРДОРИИ ЭЪТИМОДИЯТ ДАР МАНЗИЛГОҲИ ИСТИҚОМАТӢ ҶАНБАҲОИ ТЕХНОЛОҒӢ ВА ЭВОКУАТСИОНӢ

*Магистранти курси 2 ихтисоси “1-43 01 03 – Таъмини барқ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226

Энергияи электрикӣ яке аз энергияи маъмултарин ба ҳисоб рафта, бо гузашти замон эҳтиёҷоти мардум то рафт зиёд шуда истодааст, чунки таҷҳизотҳои замонавии эҳтиёҷоти хоҷагиҳо вобаста ба тарақиёт афзуда истодааст. Истеъмолкунандагони нерӯи барқи манзилгоҳи истиқоматӣ мувофиқи қоидаҳои сохтҳои таҷҳизоти электрикӣ (ПУЭ) аз рӯи эътимодияти таъминоти барқ ба категорияҳои II ва III таалуқ доранд.

Зичии аҳоли манзилгоҳи истиқоматӣ дар панҷ соли охир афзоиш ёфта, аҳоли аз 18% зиёд дар назар дошта шудааст, инчунин имрӯзҳо дар маҳалла сохтани биноҳои дуқабатаи хусусӣ дар назар дошта шудааст.

Дар манзилгоҳи истиқоматии деҳаи Угук имрӯз зиёда аз 420 хонавода ҷой дошта дар онҳо 2872 нафар аҳоли зиндагонӣ менамоянд, ки ин ба ҳар хонавода тақрибан 6 – 7 нафариро ташкил медиҳад.

Маълумоти ибтидоии истеъмолкунандагони энергияи электрикӣ дар манзилгоҳи истиқоматии деҳаи Угук дар ҷадвали 1 меорем.

Таҳлили системаи таъминоти барқи деҳаи Угук нишон дод, ки таъминоти қувваи барқ асосан аз зеристгоҳи Калининобод 35/10 кВ, ҷашмаки ЛК-10 бо шиддати 10 кВ таъмин карда мешавад.

Дар маҳалла ҳамагӣ 3 истгоҳи трансформатории иқтидорашон ТМ-160 кВА ҷойгир карда шудаанд, ки истеъмолкунандагони маҳалларо бо барқ



таъмин менамояд. Ба истеъмолкунандагон аз трансформаторҳо то хонаводаҳо бо шиддати 220 В таъмин карда мешавад.

Миқдори истеъмолкунандагони манзилгоҳи истиқоматиро вобаста аз ктегорияҳои истеъмоли ва басомади стандартии шабака ба намуди чадвали 1 меорем.

Чадвали 1 – Маълумотҳо оид ба истеъмолкунандагони манзилгоҳи истиқоматии деҳаи Угук

№	Номгӯи истеъмолкунандагони манзилгоҳи истиқоматӣ	Миқдори истеъмолкунада	Категорияи истеъмолкунада	Намуди чараёни истифодабарӣ
1	Муссисаи таълимии миёнаи №15 (мактаб)	2	II	Чараёни тағирёбандаи басомади стандарти аш 50 Ҳергс (Гц), шиддати якфаза 220В
2	Бунгоҳи тиббии марказӣ	1	II	
3	Мағозаи озуқаворӣ маҳалла	4	III	
4	Масҷиди ҷамъиятӣ	2	II	
5	Саргарошхонаи марказӣ	1	III	
6	Миқдори хонаводаҳои манзилгоҳ	420	III	
7	Идораи марказии маҳалла	1	II	

Сарчашма: ин маълумотҳо аз идораи манзилгоҳи истиқоматии деҳаи Угук гирифта шудааст.

Аз сабаби зиёдшави хонаводаҳо дар маҳалла миқдори истеъмоли нерӯи барқ зиёд шуда истодааст. Зиёдшавии истеъмоли нерӯи барқ ба он алоқаманд аст, ки хонаҳои истиқоматӣ бо таҷҳизотҳои гармидиҳанда, электроплиткаҳо, обгармкунакҳо ва чангкашакҳо, инчунин дигар таҷҳизотҳои замонавӣ таъмин шуда истодаанд.

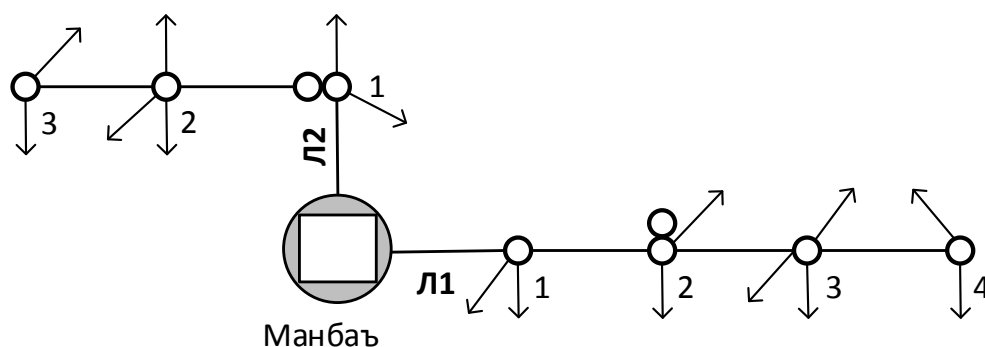
Дар натиҷаи зиёдшавии зичии сокинони ҳар як хона бори электрикӣ ҳақиқии хонаводаҳо зиёд мешавад.

Муаммоҳои ҷойдошта дар манзилгоҳи истиқоматӣ, ин нобаробар тақсим шудани борҳои электрикии фазаҳои трансформаторҳои манзилгоҳ мебошад. Дар манзилгоҳ 3 трансформаторҳои пасткунандаи навъи ТМ-160/10/0,4 кВ ҷой дорад, ки истеъмолкунандагони маҳалларо бо барқ таъмин менамояд. Дар натиҷаи зиёд шудани аҳоли ва хоҷагиҳо истеъмоли неърӯи барқ зиёд шуда истодааст, ки ин ба сарбори шудани трансформаторҳо оварда мерасонад. Ноқилҳои баромади чашмакҳои трансформаторҳо то истеъмолкунандагони шабакаи шиддаташон 0,38 ва 0,22 кВ бо ноқили навъи А-16, А-25 мм² васл карда шудааст. Ноқили шабакаи шиддаташ 10 кВ манзилгоҳ, ки аз чашмаки ЛК-10 то трансформатори яқум ИТ-6785 бо навъи АС-50 мм² васл шудааст, ки дарози хат 18 км мебошад. Шумораи умуми пояҳои хати ИТ-6785, ИТ-6027 ва



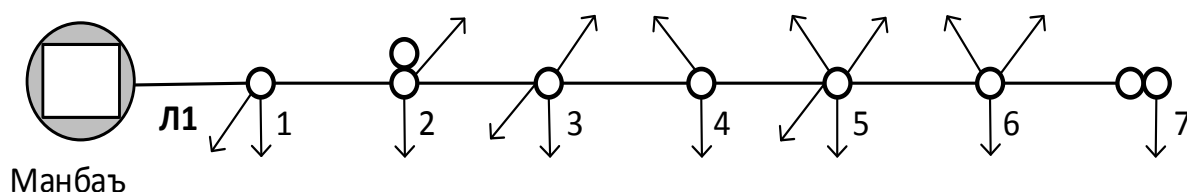
ИТ-6957 93 дона аз он чумла 20 дона анкери ва 150 дона фосилаи мавчуд аст. Дарози хатти шабакаи 0,4 кВ 4-4,5 км- ро ташкил медиҳад.

Схемаи таъминоти манзилгоҳ ба намуди радиалӣ ва магистралӣ васл карда мешавад. Схемаи радиалӣ пайвасти алоҳидаи истемолкунандагон ба сохти тақсимоти трансформатори пасткунанда мебошад, расми 1.



Расми 1 - Схемаи васли радиалӣ

Схемаи магистралӣ ин васли пайдарҳамии истемолкунандагони 0,4 кВ ба сохти тақсимоти трансформатори пасткунанда мебошад, расми 2.

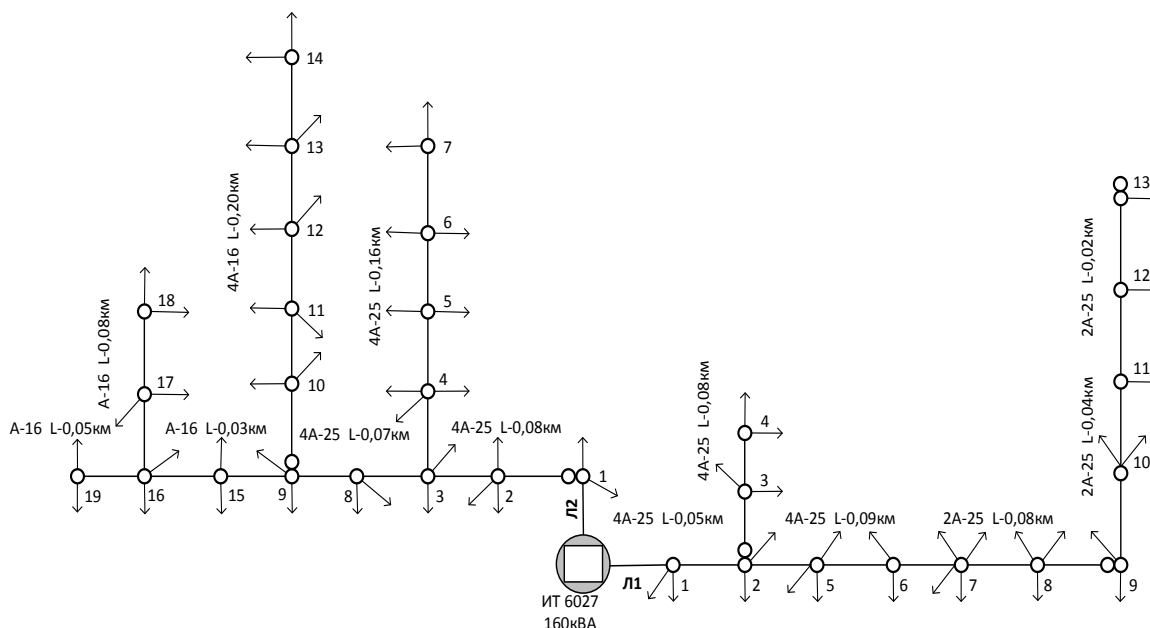


Расми 2 - Схемаи васли магистралӣ

Схемаи таъминоти барқи манзилгоҳ ба намуди магистралӣ ва радиалӣ васл карда шудааст, ки онро ба намуди расми 3 меорем.

Аз расми 3 маълум гардид, ки дарози хат 2,8 км буда, шумораи пойаҳо 71 адад мебошад ва миқдори истемолкунандагон 108-адад мебошад, ки миқдори умумии истемолкунандагон 410,4 кВт мебошад. Иқтидори наминали трансформатор 160 кВАр мебошад.

Аз параметрҳои шабакаи 0,4 кВ малум мегардад, ки шумораи истемолкунандагони зиёд шуда истодааст.



Расми 3 - Схемати баромади трансформатори ТП-6027

Усулҳои баҳодихӣ ба эътимодияти таъминоти барқи манзилгоҳи истиқоматӣ:

Баҳодихии эътимодияти хати интиқоли барқи ҳавоӣ дар худ мушкилиҳои системаҳои техникӣ дорост, ки усули маъмултарини баҳодихиро истифода бурдан мумкин аст. Дар асоси таҳлилҳо ва гузаронидани танзим бо мақсади таснифи тартибии онҳо ба намуди расми 4 оварда шудааст.

Усулҳои баҳодихии эътимодияти ХИБ ба се гурӯҳ ҷудо мешавад.

- усули фарзиявӣ;
- усули физикӣ;
- усули топологӣ.

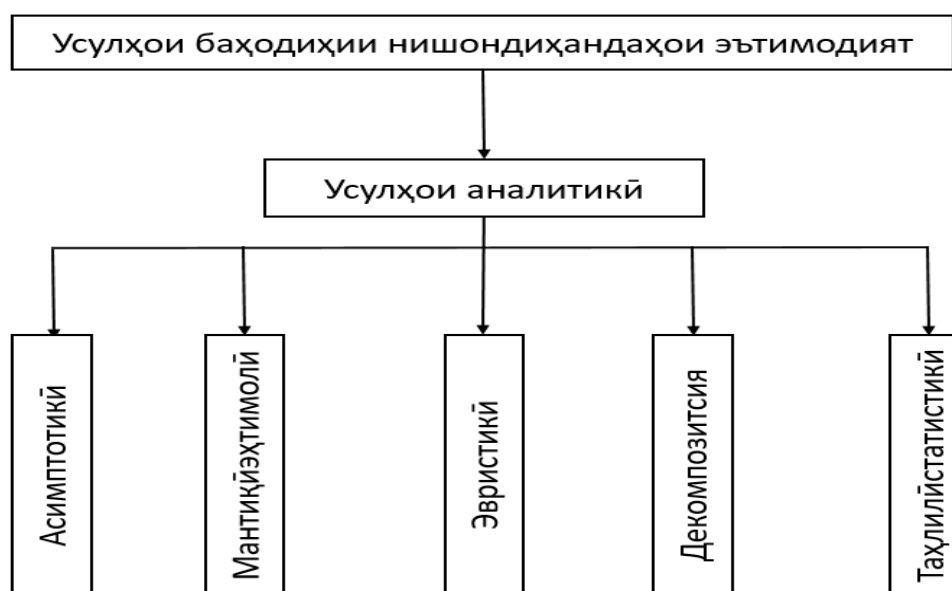
Маълумотҳои омории додасуда дар бисёр ҳолатҳо роҳҳои асосии муайянкунандаи сатҳи эътимодияти ХИБ мебошад. Аз дигар тараф маълумотҳои омории барои баҳодихии эътимодияти ХИБ роли асосиро мебозад.

Баҳодихии боэътимодии мураккабтарин системаҳои дода мешавад, ки бо истифода аз усулҳои вобаста ба истифодаи маълумот дар бораи рад ва барқарори унсурҳои, ки дар раванди истифодабарии системаҳо заруранд. Ҳадафи омӯзиши муқоисасаванда таҳлили мавҷуда усулҳои баҳодихии боэътимодии нишондиҳандаҳои мураккаб ва ҷузъҳои низомӣ. Мавод ва усулҳои тадқиқот.

Барои баҳодихии боэътимодии мураккабтарин системаҳои техникӣ, ки давлатҳо метавонанд истифода бурда мешаванд, ки бо усулҳои асимтоти муайян карда мешавад. Муқарар кардани нишондиҳанда боэътимодӣ вобаста



аст. Тақсимооти давомнокии системаҳои захиравӣ дар шароити "зуд" барқарорсозии асимптоҳои геометрӣ мебошад. Бо нуқсони асимптотики усулҳои маҳдудияти истифодаи онҳо мебошад. Онҳо имконияти пайдо кардани ҳалли вазифаҳои танҳо дар доираи худ тағйир додани танзимооти система. Дар амал, ҳамон вақт бояд берун аз ин доираи наздикшавии асимптоти усулҳои ҳисобкунии нишондиҳандаҳои эътимоди системаҳои электрикӣ татбиқ карда мешаванд, барои ҳалли лоиҳакашӣ ва ба истифодадиҳии вазифаҳо, барои таҳқиқот намунаҳои захираҳо хизматрасонӣ мебошад.



Расми 4 – Усулҳои баҳодиҳии нишондодҳои эътимодияти системаҳои таъминоти барқи манзилгоҳи истиқоматӣ

Барои таҳлили боэътимодии низоми бо неэкспоненсионалии тақсимшавандаи усулҳои зерин истифода бурда мешаванд: асимптотикӣ, эҳтимолияти мантиқӣ, эвристикӣ, декомпозиция (эквивалентирование), таҳлилий-статистикӣ.

Барои арзёбии эътимоднокии системаҳои мураккаби техникӣ бо шумораи ками ҳолатҳо, усулҳои асимптотикиро истифода бурдан мумкин аст. Нишондиҳандаҳои эътимоднокии асимптотикӣ аз тақсимооти авалия муқаррар карда мешаванд. Тақсими вақти кории системаҳои зиёдтар дар ҳолати барқароркунии "босуръат" асимптотикӣ экспоненсиалӣ аст. Камбудии усулҳои асимптотикӣ, ки истифодаи онҳоро маҳдуд мекунанд, маҳалли ҳалли қарорҳои бадастомада мебошад. Онҳо ба шумо имконият медиҳанд, ки ҳалли мушкилотро танҳо дар доираи миқдори ками тағйирот дар параметрҳои система пайдо кунед. Дар амал, аксар вақт лозим аст, ки аз ин ҳудудҳо берун равед.



Усулҳои тақрибии асимптотикӣ барои ҳисоб кардани нишондиҳандаҳои эътимоднокии системаҳои барқ барои ҳалли масъалаҳои тарроҳӣ ва истифодабарӣ, омӯзиши моделҳои камшавӣ ва навбат истифода мешаванд.

Барои таҳлили бозътимодии системаҳо бо тақсимои ғайримуқаррарӣ: усулҳои мантиқӣ-эҳтимолӣ, эвристикӣ, декомпозиция, равандҳои таҳлилий-статистикӣ, истифода бурда мешавад.

Усулҳои мантиқӣ-эҳтимолӣ барои таҳлили эътимоднокии системаҳои муракаби техникӣ аз дастгоҳҳои математикии алгебраи бинарии назарияи мантиқ ва эҳтимолият истифода мешаванд, барои ҳисоб кардани хусусиятҳои собитии эътимоднокӣ ва эҳтимолияти корношоямии системаҳои кӯтоҳмуддат истифода бурдан мумкин аст. Ҳангоми ҳисоб кардани эътимодияти шабакаи барқ бо истифодаи, усули мантиқӣ-эҳтимолӣ ба назар гирифта мешавад, дар сурате ки шумораи нокомии системаҳои гуногун нисбатан хурд аст (масалан, таҳлили эътимоднокии системаи идоракунии диспетчерии қувваи барқ). Ин усул дар омӯзиши эътимоднокии системаҳои технологияи нерӯгоҳҳои атомӣ, аз ҷумла схемаҳои таъминоти бозътимоди нерӯгоҳҳои ёрирасон васеъ истифода шудааст.

Барои арзёбии эътимоднокии системаҳо бо шумораи ками вазъҳо ва шиддатнокии тағирёбанда (ба монанди системаҳои телекоммуникатсионӣ ва шабакаҳо) усулҳои зина ба зина тақсим кардани элементҳо истифода мешаванд.

Барои пешгӯии эътимоднокии объектҳо усулҳои пешгӯии эвристикӣ истифода мешаванд. Усулҳои пешгӯии эвристикӣ ба коркарди омории арзёбии муस्ताкили арзишҳои нишондиҳандаҳои эҳтимолии эътимоднокии объекти таҳияшуда (пешгӯиҳои инфиродӣ), ки гурӯҳи пешниҳод кардааст, асос ёфтааст.

Моҳияти усули эвристикӣ барои арзёбии бозътимодии системаҳои барқароршуда иборат аст аз муттаҳид кардани гурӯҳҳои унсурҳои ин система ба як унсури эквивалент, ки бо раванди алтернативии барқароршавӣ тавсиф карда мешавад. Ҳамин тариқ шумораи элементҳо дар система коҳиш меёбад. Ин усул имкон намедихад хатогии ҳисобро истифода барад ва танҳо дар мавриди унсурҳо ва системаҳои хеле бозътимод истифода бурда мешавад (масалан, сохтани системаҳои эътимодноки декомпозиция система барои иншооти энергетикӣ).

Усули декомпозиция системаҳои муракаби техникӣ ба сохтани моделҳои математикӣ асос ёфтааст, ки имкон медиҳанд, ки нишондиҳандаҳои ҳисобшудаи эътимоднокии ҳудудҳои болоӣ ва поёнии дақиқ ба даст оварда шаванд. Усули схемаҳои эквиваленти пай дар пай ва такроршаванда барои ҳисоб кардани эътимоднокии системаҳо бо шумораи зиёди унсурҳо дар пайвасти параллелӣ ва силсилавӣ васеъ истифода мешавад.

Усулҳои таҳлилий статикӣ эътимоднокии системаҳои муракаб бояд ба назар гирифта шаванд: мавҷудияти оқибатҳои нокомии системаҳои энергетикӣ ва системаҳо



бо барқароршавӣ, ду навъи ноқомии ҷузъҳои барқ, тағир ёфтани параметрҳои асосии шабакаи барқӣ дар сурати аз қор баромадани унсурҳои системаи аз ҷиҳати сохторӣ эҳтиётӣ, сохтори системаи мураккаб, қори якҷағҳаи элементҳо.

Таҳлилӣ-статикӣ муқоисавии методҳои мавҷуда нишон медиҳад, ки барои арзёбии эътимодноқӣ ва самарабахшии ҳар як системаи мураккаби техникӣ бо шумораи зиёди давлатҳо, дар асоси усулҳои анъанавӣ, методологияро таҳия кардан лозим аст, ки хусусиятҳои қорӣ ва оригиналии системаи мушаххасро, ки имкон медиҳад ҳамоғҳоро ҳангоми ҳисоб кардани нишондиҳандаҳои эътимод арзёбӣ кунанд бо дақиқии зарурӣ.

Усулҳои таҳлилӣ-статикӣ барои омӯзиши боэътимодии системаҳои воқеии техникӣ муҳиманд, зеро барои як қатор омилҳои эътимоднокии системаҳо таъсир мерасонанд, эътимоднокии баланди моделсозии амалан дастнорасанд. Аммо, методҳои мавҷудаи таҳлилии арзёбии эътимодияти системаҳои техникӣ нуқсонҳои зерин доранд:

-усулҳо мураккабанд, ба алгоритмҳо ва барномаҳо ба мошина оварда намешаванд;

-ба шумо имкон медиҳад, ки система танҳо сохтори оддиро таҳлил кунед;

-моделҳои ягонаи математикии эътимоднокии фаъолияти система мавҷуд нест;

-дар омӯзиши хусусиятҳои ғайрисарҳадии эътимод мушкилӣ дорад;

-таҳқиқи равандҳои вобастагӣ, таҳлилии системаҳо бо сохтори тағйирёбанда имконнопазир аст.

Ҳамин тариқ, баҳодихӣ ба эътимодноқӣ ва самарабахшии фаъолияти системаҳои мураккаб бо шумораи зиёди давлатҳо таҳияи равишҳои нави ғайримуқаррарӣ ва усулҳои таҳлилро талаб мекунад, ки ба ҳамоғҳо дар ҳисобкунии нишондиҳандаҳои эътимодноқӣ бо дақиқии зарурӣ имкон медиҳанд.

Ҳангоми таҳияи модели математикии системаи мураккаби техникӣ ва усулҳои таҳлилии он, хусусиятҳои фаъолиятро ба назар гирифтани лозим аст. Қонуни экспоненсиалии эътимодноқӣ ба системаҳои мураккаб татбиқ намегардад: маълумоти ибтидоӣ дар моделҳо ба равандҳои физикие, ки дар система рух медиҳанд, мувофиқ нестанд.

Дар айни замон, на танҳо усулҳои муҳандисӣ, балки қорқардҳои назариявии таҳлилии эътимоднокии системаҳои техникӣ бо сохтори тағйирёбанда бо сабаби гуногунҷабҳаи он вучуд доранд. Таҳлилии эътимоднокии системаҳо бо конфигуратсияи сохтори статикӣ ва динамикӣ самти нав дар назарияи эътимоднокии системаҳои мураккаби техникиро нишон медиҳад.

Хулоса, дар манзилгоҳи истиқомати деҳаи “Угук” афзоиши борҳои электрӣ дар ояндаи наздик аз ҳисоби дар хонаводаҳо васеъ истифода бурдани таҷҳизотҳои барқӣ ва афзоиши аҳолии сабаби ба амал омадани мушкилии баланд бардоштани эътимодияти таъминоти барқи маҳалла ба амал омад. Бо дар



назардошти истеъмолкунандагони маҳалла, ки аз 420 хонавода иборат аст, талафотҳо дар трансформатор ва хати интиқоли барқи ҳавоӣ, иқтидори умумӣ ба 5643,61 кВА баробар шуд. Дар солаи наздик боз бунёди биноҳои ҷамъиятию фароғатӣ ва хонаҳои истиқоматии зиёд шуда истодааст, ки бевосита маҳалла васеъ мешавад истеъмолкунанда низ зиёд мешавад, аз ҳамин нуқтаи назар ин ҳама омилҳо талаботи баланд бардоштани эътимодияти таъминоти барқи системаи таъминоти барқро дар деҳаи “Угук” ба вуҷуд овард.

УДК 621.316

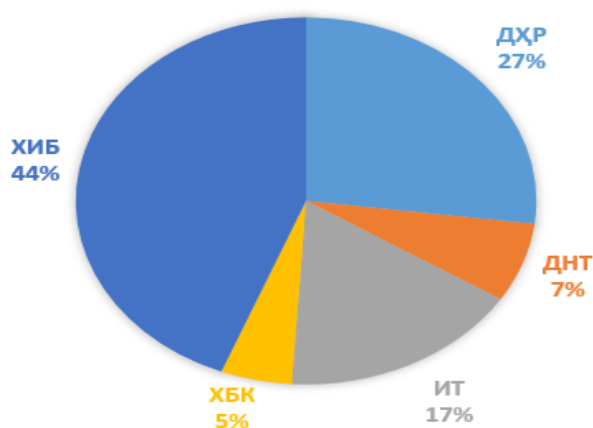
Ашӯров И.*

САБАБҲОИ ПАСТШАВИИ ЭЪТИМОДИЯТИ ЭЛЕМЕНТҲОИ СИСТЕМАИ ТАЪМИНОТИ БАРҚ ДАР МАНЗИЛГОҲИ ИСТИҚОМАТӢ

*Магистранти курси 2 ихтисоси “1-43 01 03 – Таъмини барқ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226

Барои таҳлил ва баҳодиҳии эътимодияти хатҳои системаҳои таъминоти барқи манзилгоҳ, вобаста аз рӯи таъсирот ва сохторҳои табиӣ, инчунин сабабҳои унсурӣ шабака вобаста мебошанд.

Дар расми 1 тақсими қатъшавии технологӣ дар байни ҷузъҳои асосии шабакаи барқӣ нишон дода шудааст.



Расми 1. Диаграммаи тақсими вайронкунии технологӣ дар унсурҳои асосии шабакаҳои барқӣ: ХИБ - хатҳои интиқоли барқ, ХБК - хатҳои барқии кабелӣ, ИТ - истгоҳҳои барқӣ, ДХР - дастгоҳҳои релеи ва автоматика, ДНТ - диспетчерӣ ва назорати технологӣ



Чӣ тавре, ки аз расми 1 дида мешавад, аксарияти вайроншавии технологӣ (71%) дар объекти омӯзишӣ - хатҳои ҳавоии интиқоли барқ мебошанд. Дар системаи хати интиқоли барқи деҳаи Угуки ноҳияи Деваштич дарозии умумии қитъаҳои шабакаи 0,4 -10 кВ дар масофаи 18 км ҷойгир мебошад.

Ғайр аз ин, дар хатҳои 0,4-10 кВ ва хати баландшиддат 1000 ҳодисаи вайронкунии технологӣ ба қайд гирифта шудааст.

Камбудихои технологӣ дар хатҳои интиқоли барқ хусусияти монанди доранд. Поймолкунӣ ҳам дар хатти интиқоли барқ ва ҳам дар зеристгоҳҳо ба амал меоянд. Дар робита ба ин, мо ду мафҳумро оид ба сабабҳои вайроншавии хатҳои ҳавоии интиқоли барқ ворид месозем:

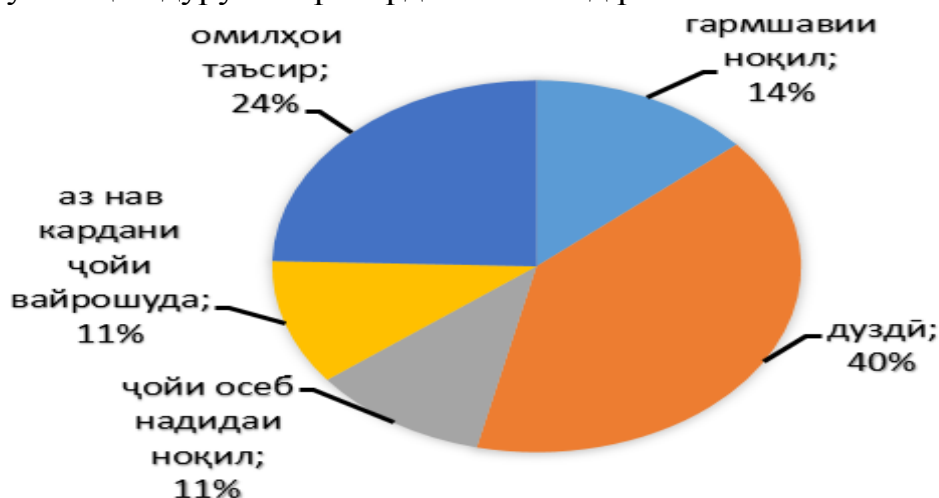
-мустақим – сабабҳои вайронкунии технологӣ бевосита дар хати интиқоли барқ (масалан, шикастани ноқил, рахҳои изолятсия, гум шудани қобилияти иқтидори дастгоҳҳо ва ғайра);

-бавосита – сабабҳои вайронкунии технологӣ, ки дар ҳудуди зеристгоҳ рух додаанд (масалан, вайронкунии технологӣ дар таҷҳизоти пайвастшавӣ, кори нодурусти дастгоҳҳои муҳофизаткунандаи релей ва автоматика ва ғайра).

Ин ду гурӯҳ набояд вайронкунии технологиро дар робита ба амалҳои нодурусти кормандон дар бар гиранд, зеро онҳо бояд алоҳида таҳқиқ карда шаванд.

Дар рисолаи хатм танҳо он вайронкунии технологӣ, ки муустақиман дар хати интиқоли барқ рух додаанд, баррасӣ карда мешаванд.

Пас аз муайян кардани дуршавӣ аз кори муқаррарии хати ҳавоӣ ва тағйир додани ҳолати техникаи он, як унсури сохторӣ муқаррар карда мешавад, ки дар он вайронкунии технологӣ ба амал меояд. Ҷамъовариҳои расмӣ ин иттилоот дар муддати тӯлонӣ имкон медиҳад, ки дар шакли диаграммаҳо ва тақсимои оморӣ, хулосаҳои дуруст бароварда мешаванд расми 2.



Расми 2 - Диаграммаи шумораи вайронкунии технологӣ бо тақсимои унсури сохторӣ



Дар асоси маълумоти оморӣ гуфтан мумкин аст, ки ноқил ба монеаҳои технологӣ бештар осебпазир аст.

Дар ҳарду ҳолат, пас аз ошкор шудани як унсури сохтории ноқис тафтишоти вайронкунии технологӣ гузаронида мешавад. Дар ин ҳолат, аввал табиати вайронкунии технологӣ муайян карда мешавад, пас сабабҳое, ки боиси вайронкунии технологӣ ва ҳолатҳои ба вучуд омадани он, муайян карда мешаванд.

Дар ин ҳолат, ҳуди вайронкунии технологӣ ҳамчун зухуроти физикӣ мувофиқи марҳилаҳои зерин рушд мекунад:

- пайдоиши таъсир ва ҳолатҳои ба он марбут, омилҳои таъсир;
- зухури омилҳои таъсир;
- пайдоиши сабабҳои вайроншавии технологӣ;
- таҳияи сабабҳои вайроншавии технологӣ (мӯҳлати номуайян);
- ташаккули ниҳоии табиати технологӣ ва қонуншиканӣ.

Пас аз дарёфти унсури сохторӣ, ки вайронкунии технологиро ошкор кардааст, дар шабака комиссияи тафтишотӣ таъсис дода мешавад. Комиссия аввал табиати қонунвайронкунии технологиро муқаррар мекунад, пас сабабҳои ба вайронкунии технологӣ овардашударо муайян менамояд ва ҳолатҳои вобаста ба пайдоиши вайронкунии технологиро муайян мекунад. Дар асоси маълумоти ба даст овардашуда, комиссия чораҳои пешгирӣ ва рафъи оқибатҳои вайронкунии технологӣ, мӯҳлатҳои фаъолият ва шахсони масъули татбиқи онҳоро муайян мекунад.

Хусусият, сабабҳо ва ҳолатҳои ба вучуд омадани вайронкунии технологиро барои ҳар як унсури сохтории хати интиқоли барқ дар алоҳида ба намуди диаграмма баррасӣ мекунем, расми 2.

Дар расми 3 диаграммаи табиати зарар ба ноқилҳои муҳофизаткунандаи барқии хати 0,4/10 кВ оварда шудааст



Расми 3 - Диаграммаи табиати зарар ба ноқилҳои муҳофизаткунандаи барқии хати 0,4/10 кВ оварда шудааст



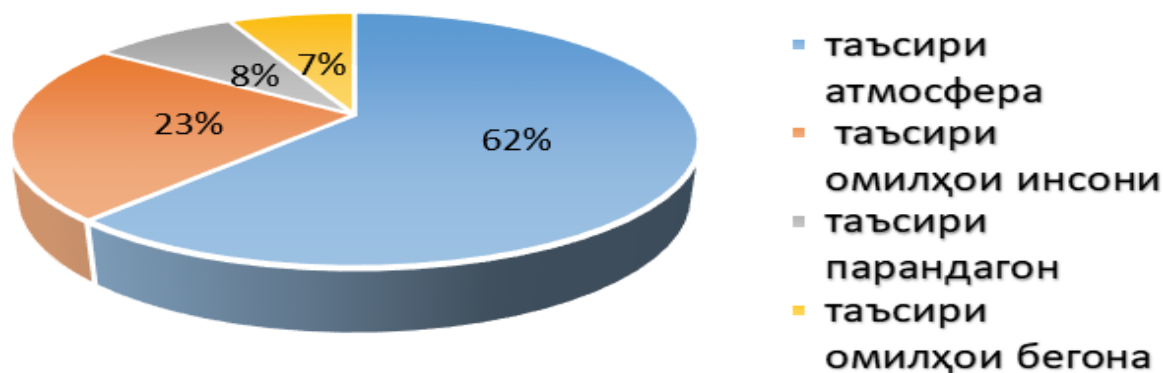
Аз расми 3 чунин бармеоёд, ки дар нисфи ҳолатҳо тафтишот ҷои вайронкунии технологиро ошкор накардааст (одатан ба таври автоматикӣ баستاني хатҳои ҳавоӣ бо пешниҳоди бомуваффақият иҷро мегардад). Ҳолатҳои ошкоршудаи зарар ба ноқилҳо:

- расиши байни ноқилҳо;
- расиши байни ноқил ва дигар ҳолатҳо;
- расиши байни ноқил ва заминвасла;
- расиши дарахтон;
- расиши воситаҳои нақлиёт, механизмҳо ва дигар намудҳои бо ашёи хоҷагӣ.

Дар ҷадвали 1 сабабҳо ва ҳолатҳои ба он вобастаи вайронкунии технологӣ оварда шудааст.

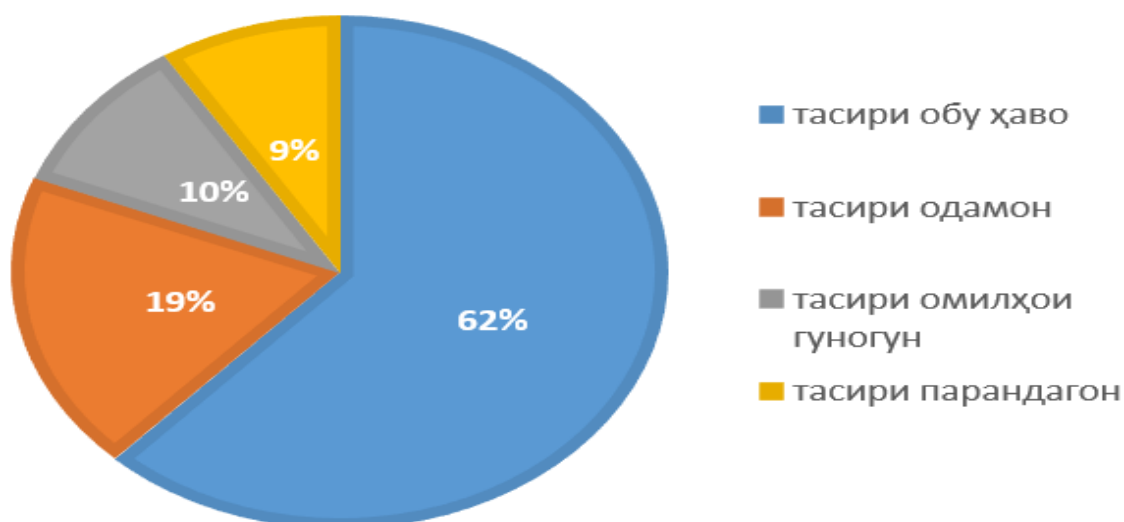
Ҷадвали 1 - Сабабҳо ва ҳолатҳои вайроншавии технологӣ

Сабабҳо ва ҳолатҳои вайроншавии технологӣ	Ҳолат бо %
Суръати шамоли ҳисобкардашуда аз меъёр зиёд аст	19,62 %
Зарари механикӣ	18,89 %
Фишори атмосферӣ	17,26 %
Лапиши симҳо	8,4 %
Камбудии қор ва таъмир	8,15 %
Андозаи сарбории расиши кӯтоҳ	6,58 %
Сабаб ёфт нашуд	6,58 %
Расиши паррандагон ё ҳайвонот	3,22 %
Фарши ҷубӣ	3,05 %
Эскиз	3 %
Вайрон кардани талаботи беҳатарӣ	1,29 %
Танзими Саг-Вум	1 %
Пастшавии табиӣ, пиршавӣ	0,81 %
Камбудии насбкуни ва сохтмон	0,31 %
Норасоии банақшагирӣ	0,06 %



Расми 4 - Диаграммаи ҳолатҳои таъсири атмосфера, вайронкунии технологӣ дар ноқилҳо ва ноқилҳои муҳофизаткунандаи хатҳои ҳавоӣ

Аз ҷадвали 1 маълум мешавад, ки омили аз ҳама манфии таъсир расонанда ба хати интиқоли барқ, таъсири атмосфера мебошад. (шамол, раъду барқ, борон, бориши барф, ҳарорати баланд, намӣ баланд ва ғайра) ва таъсири шахсонӣ беътибор ва созмонҳо (расиши кран, буридани худсарона, хомушкунӣ, сӯхтор дар минтақаҳои муҳофизати хатҳои ҳавоӣ ва ғайра). Дар расми 5 диаграммаи табиати зарар ба изолятсияи хати нишон дода шудааст.



Расми 5 - Диаграммаи ҳолатҳои вайрон кардани техникӣ дар изолятсияи хати интиқоли барқ

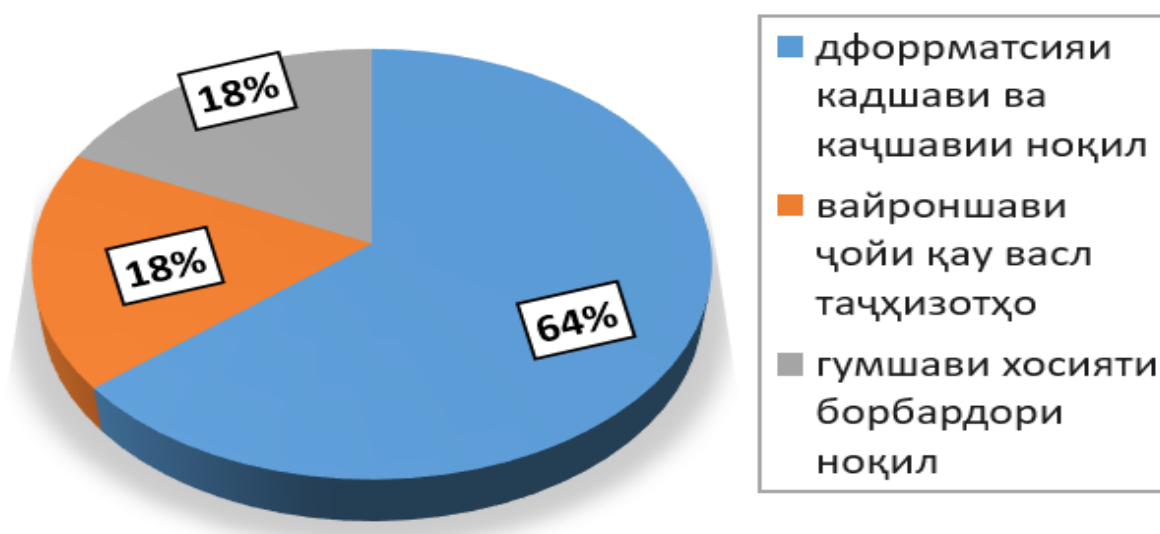
Аз расми 5 маълум мегардад, ки 3/4 харобии технологӣ ба зарари доимии механикӣ ба изоляторҳо оварда мерасонад, ки иваз намудани онҳоро талаб мекунад.



Сабаби асосии пайдоиши нобарориҳои технологӣ дар изолятсияи хати интиқоли барқ, ин таъсири импульси табиӣ атмосфера мебошад. Онҳо арзиши фаврии шиддатро ифода мекунанд, ки аз якчанд микросекундҳо ба якчанд миллисекунд давом мекунанд, яъне давомнокии онҳо аз як то ду давраҳои басомади асосӣ зиёд нестанд. Дар миқёс, онҳо метавонанд ба 6 ё бештар аз шиддати номуташаккили хатти, хати ҳавой оварда расонад.

Сабабҳои асосии импульси иловагӣ, зарбаҳои барқии бевосита ба хатти ҳавой ё минтақаи муҳофизати сарҳадӣ мебошанд, ки бо муқовимати нокифояи барқ ба хатҳои ҳавой ба вайроншавии технологӣ дар хатти ҳавой оварда мерасонад. Аз ин рӯ, муҳофизати шадид бо нерӯи атмосферӣ барои таъмини кори бозътимоди унсурҳои шабака муҳим аст. Муҳофизати маҷрои баланд, маҷмӯи асбобҳо ва ченакҳои махсус мебошад, ки асосан аз ҷониби дастурҳо оид ба муҳофизати шабакаҳои барқии 0,4-10 кВ аз шамолҳои барқ ва қоидаҳои васлкунии барқ муайян карда мешаванд. Инчунин бояд қайд кард, ки изолятсияи хаттӣ дар вақти фарқияти ҳарорат аз "+" ба "-" ва баръакс, ба ҳалалёбии технологӣ бештар осебпазир аст.

Арматураҳои хатӣ. Таҳлили сабабҳои тафтиши вайронкунии технологӣ дар хатҳои интиқоли барқ нишон медиҳад, ки шумораи вайроншавии хатҳои ҳавой бо зарари вентилятсия нисбат ба ҳисороти ноқилҳо ва изолятсияҳо камтар (5%) мебошанд. Аммо ба садамаҳои вазнин ҳангоми алвонҷхури ноқилҳо, инчунин шамол ба садама оварда мерасонад. Аз ин рӯ, ҷойҳои зарардида баҳо додан ғайриимкон аст. Дар расми 6 вайроншавии хати ҳавой оварда шудааст.



Расми 6 - Намунаи вайроншавӣ ба мустаҳкамкунии хати ҳавой



Талаботҳо ҳангоми истифодабарии арматураҳо. Ҳангоми савор кардани нусхаҳо, бояд ҷузъҳои арматураро бодикқат тафтиш кунед ва барои иваз кардани нуқсонҳои он ҷораҳо андешед. Истифодаи нодурусти арматура метавонад зарари калон расонад. Ҳолатҳои ҳастанд, ки сифати истеҳсолоти мустақамии арматура мавҷуд аст, ки онҳо ҳангоми таҷдиди дар вақти истифода муайян карда мешаванд.

Алвонҷури яке аз хатартарин намудҳои ларзиш барои тақвият аст. Таҳлили ҳолатҳои алвонҷури ноқилҳо дар ХИБ 0,4-10 кВ нишон медиҳад, ки 70% ҳолатҳои алвонҷури ноқил боиси вайрон кардани қоидаҳои қорӣ ё зарар ба унсурҳои онҳо мегардад ва танҳо дар 30% ҳолатҳо вайронкунӣ бо қатъшавии қӯтоҳ маҳдуд мешаванд ва дар дигар ҳолатҳо қатъи хатҳо аз якҷанд соат то якҷанд рӯз боқи мемонад. Дар қараёни алвонҷури ноқилҳо ва арматураҳои хатӣ ба сарбории назарраси даврӣ ва давомнок дучор мешаванд, ки арзиши онҳо ба 3-4 ҳазор мерасад.

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

1. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог: учебник для вузов ж\д транспорта / А.В. Ефимов, А.Г. Галкин. М: УМК МПС России, 2000. – 512 с.
2. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем. Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов 1984. – 256 с.
3. Козлов В.А., Билик Н. Н., Файбисович Д.А. Справочник по проек – тированию городов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 428 с.
4. Липкин Б.Ю., Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1990. – 366 с.
5. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 456 с.
6. Рожкова Л.Д., Козулин В.А. Электрооборудование электрических станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 367 с.
7. Семенютина О.Г., Производительность труда в системе отношений переходной экономики. – М.: Высшая школа, 2005. – 125 с.
8. Тарнишевский М.В., Афанасьев Е. Н., Электрооборудование предприятий жилищно коммунального хозяйства.– М.: Энергия, 1971. – 240с.
9. Федоров А.А., Каменова В.В., Основы электроснабжения промышленных предприятий. –М.: Энергоатомиздат, 1984. – 472 с.
10. Федоров А.А., Сербиновского Г.В, Справочник по электроснабже – нию промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1980. – 576 с.
11. К.П. Крюков Конструкции и механический расчет ЛЭП , 1979-311 с



12. Шеметов А Н Надежность электроснабжения -“Электроснабжение”, 2006-141 с
13. <http://www.lib.dpdt.tj>. (санаи мурочиат 10.10.2019)
14. <http://www.Google>. (санаи мурочиат 10.01.2020)
15. <http://www.math.semestr.ru/regtss/corel.php>. (санаи мурочиат 10.01.2020)

УДК 62-83-52

Бурачёнок И.Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ НАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ НАГРУЗОЧНОМ СТЕНДЕ

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
246029, г. Гомель, Республика Беларусь, Пр-т Октября, 48
Тел.: (+375 232) 22-46-36, (+375 232) 26-02-87; <http://www.gstu.by>.

Часто при испытаниях механических трансмиссий необходима имитация реальной нагрузки вращательного характера с переменным моментом сопротивления при поддержании постоянства скорости вращения. Для этого применяются нагрузочные устройства.

Общим недостатком существующих нагрузочных устройств является высокая стоимость, обусловленная необходимостью использования преобразователя, мощность которого не менее мощности нагрузочного электродвигателя.

Цель работы состоит в упрощении конструкции нагрузочного устройства, снижение его стоимости, повышение энергоэффективности испытания механических трансмиссий при переменной нагрузке и постоянстве скорости вращения.

Для достижения указанной цели предложено в качестве нагрузочной машины использовать асинхронную машину с короткозамкнутым ротором с числом пар полюсов обмоток статора не менее двух, полюсные обмотки разделены на две электрически не связанные части (АДНОС) [1,2], одна из которых подключена к питающей сети напрямую, другая – через регулятор напряжения с возможностью рекуперации энергии в сеть, соединенный с выходом системы управления.



Предложенная конструкция электродвигателя позволяет получить механическую характеристику в виде суммы механических характеристик отдельных полюсных обмоток, которые при питании от собственного источника определенной частоты и напряжения имеют определенный вид и знак момента. Наличие нескольких обмоток и независимых источников питания, дает возможность реализовать относительно простую систему управления двигателем.

В качестве примера можно рассмотреть использование АДНОС в качестве нагрузочного устройства электромеханического испытательного стенда (рисунок 1), который содержит асинхронную машину 1 с короткозамкнутым ротором, полюсные обмотки статора которой разделены на две электрически не связанные части. Одна часть обмоток статора подключена к питающей сети 2 напрямую, другая – через регулятор 3 напряжения. Регулятор напряжения предназначен для формирования переменной составляющей момента нагрузки и подключен к выходу системы 4 управления. Регулятор напряжения предназначен для формирования переменной составляющей момента нагрузки и подключен к выходу системы 4 управления.

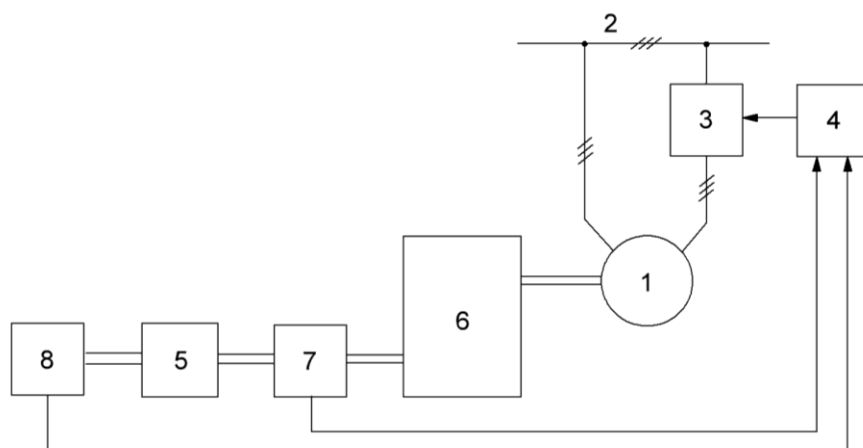


Рисунок 1 – Функциональная схема нагрузочного устройства

Вал асинхронной машины 1 механически соединён с валом испытуемой трансмиссии 5 через передаточное устройство 6, предназначенное для перевода асинхронной машины 1 в генераторный режим, и датчик 7 момента. С валом испытуемой трансмиссии также механически соединен датчик 8 скорости. Датчики момента и скорости предназначены для получения информации о фактических значениях нагрузочного момента и скорости соответственно. Выходы датчиков 7 момента и 8 скорости соединены с системой 4 управления.

Для работы устройства необходимо установить передаточное число передаточного устройства таким, чтобы асинхронная машина перешла в генераторный режим. Соотношение полюсных обмоток статора выбираем таким, чтобы часть обмотки, подключённая к питающей сети напрямую,



обеспечивала постоянную составляющую нагрузочного момента M_{-} (рисунок 2), а другая часть обмотки, подключённая через регулятор напряжения, задавала переменную составляющую момента нагрузки M_{\sim} при помощи системы управления. Суммарная нагрузка представляет собой сумму моментов $M_T = M_{\sim} + M_{-}$ и, при необходимости, может быть скорректирована исходя из реальных значений, полученных от датчиков момента и скорости.

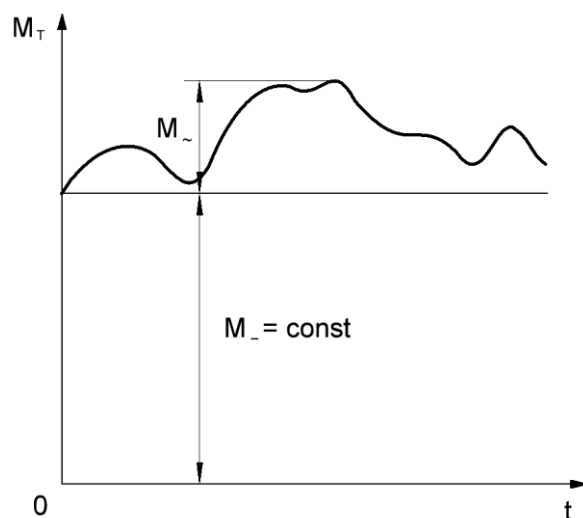


Рисунок 2 – Нагрузочная диаграмма устройства

Переменный момент нагрузочного устройства регулируется путем изменения питающего напряжения. (рисунок 3).

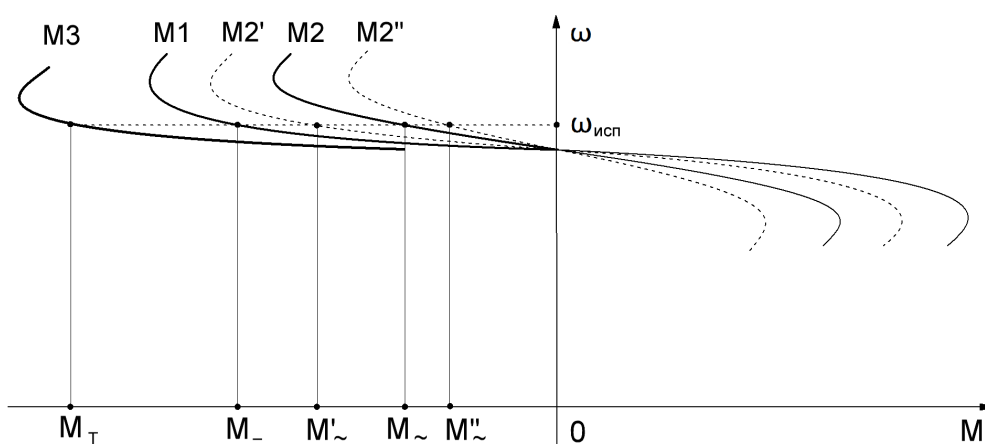


Рисунок 3 – Механическая характеристика тормозного режима работы асинхронного двигателя



Генераторное торможение с рекуперацией электроэнергии в сеть при переменной составляющей нагрузке обеспечивается соответствующей функцией регулятора напряжения. За счёт применения регулятора напряжения с функцией рекуперации энергии в сеть также обеспечивается повышение энергоэффективности нагрузочных испытаний.

Так как переменная составляющая нагрузки в большинстве случаев не превышает 20% от суммарной нагрузки, стоимость устройства снижается за счёт применения маломощного регулятора напряжения, рассчитанного на передачу мощности только переменной составляющей нагрузки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тодарев В. В., Савельев В. А., Беликова А. И., Мигдаленок А. А. Асинхронный электродвигатель с электрически не связанными полюсными обмотками статора// Патент на изобретение 12022 U Респ. Беларусь: МПК Н 02 Р 23/03, Н 02 К 17/16 / опубл. 30.06.19.

2. Копылов И.П., Проектирование электрических машин. Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токарев. – М. – Издательство Юрайт.2011. – 775с.

УДК 621.314.212

Вахнина В.В., Черненко А.Н., Кретов Д.А., Пудовинников Р.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НА УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Тольяттинский государственный университет
445020, РФ, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д.14
Тел.: +7(8482) 449282; E-mail: vvvahnina@yandex.ru

При сейсмической активности происходит генерация низкочастотных возмущений электрического поля. Физическая природа образования низкочастотных электрических полей связана с преобразованием энергии механической деформации, с изменением структуры и водопроницаемости пород в энергию электростатического поля [1, 2]. Электрические поля возникают и при отсутствии выраженной сейсмической активности, предшествуя землетрясениям, либо на фоне слабой сейсмической активности



[2]. Источники вариаций полей (литосферные источники) формируются в зонах геологических разломов, характерные размеры которых составляют 10 - 100 км, и способны возбуждать в высоковольтных воздушных линиях электропередачи (ВЛ) квазипостоянные токи (КПТ), обеспечивающие одностороннее насыщение магнитопроводов силовых трансформаторов [3].

Высоконапорные гидроэлектростанции обычно размещаются в сложных горно-геологических условиях, где максимальна вероятность сейсмических явлений и, как следствие, формирования литосферных источников. Поэтому возникают риски воздействия квазипостоянных токов на главные силовые трансформаторы высоконапорных гидроэлектростанций и нарушения их нормального функционирования.

Известно, что протекание КПТ вызывает насыщение силовых трансформаторов (СТ), при этом признаком насыщения силового трансформатора является повышение уровня высших гармоник тока. Повышение уровня гармонических искажений может оказать влияние на срабатывание устройств релейной защиты силового трансформатора. Следует отметить, что исследований для определения реакции устройств релейной защиты (УРЗ) силовых трансформаторов на возникающий режим насыщения СТ при протекании КПТ проводилось достаточно мало.

Для определения влияния насыщения силового трансформатора при протекании КПТ на УРЗ использовался программно-аппаратный комплекс моделирования в реальном времени RTDS. Для проверки реакции устройств релейной защиты построена тестовая модель участка ЭЭС. В состав модели вошли: силовой трансформатор Т1 мощностью 125 МВА и напряжением обмоток 13,8/220 кВ, силовой трансформатор Т2 мощностью 125 МВА и напряжением обмоток 220/13,8 кВ. Трансформатор Т1 моделирует повышающий трансформатор электростанции, а трансформатор Т2 – понижающий трансформатор, установленный на подстанции ЭЭС (рисунок 1).

Связь двух трансформаторов выполнена по воздушной линии ВЛ напряжением 220 кВ протяженностью 100 км. Стандартная модель силового трансформатора в программно-аппаратном комплексе RTDS позволяет учитывать режим насыщения за счет моделирования намагничивающей характеристики стали магнитопровода силового трансформатора. Так как в моделируемой тестовой схеме участка ЭЭС установлено только два силовых трансформатора, то во избежание появления электрических резонансов и взаимного влияния друг на друга в режиме насыщения, учет насыщения был выбран только у силового трансформатора Т1.

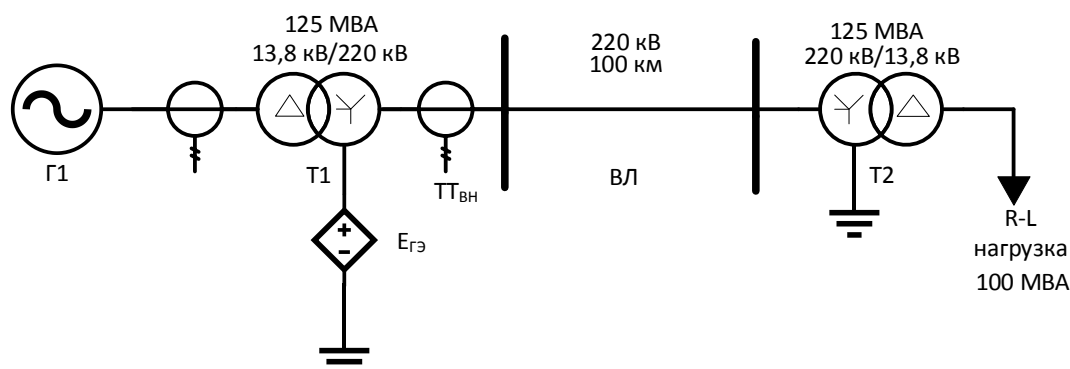


Рисунок 1. Схема модели для исследования микропроцессорных терминалов релейной защиты

Для моделирования протекания КИТ в нейтрали обмотки ВН силового трансформатора Т1 установлен однофазный источник постоянного напряжения ($E_{Г3}$). При моделировании напряжение источника $E_{Г3}$ определялось исходя из заданных значений напряженностей электрического поля в 30 В/км и 50 В/км. Воздействие низкочастотного электрического поля моделировалась с начала расчета. На рисунках 2 и 3 показаны полученные в результате моделирования токи намагничивания и ток в нейтрали силового трансформатора Т1. Полученные результаты показали, что трансформатор Т1 входит в режим насыщения, при этом происходит увеличение значения и искажение тока намагничивания, которое коррелируется с увеличением тока в нейтрали силового трансформатора Т1.

Задачей проведения моделирования было определение возможности срабатывания микропроцессорной защиты силового трансформатора при протекании через обмотки ВН квазипостоянного тока. Для этого с помощью цифрового протокола к программному комплексу моделирования в реальном времени RTDS был подключен микропроцессорный терминал релейной защиты марки «ЭКРА».

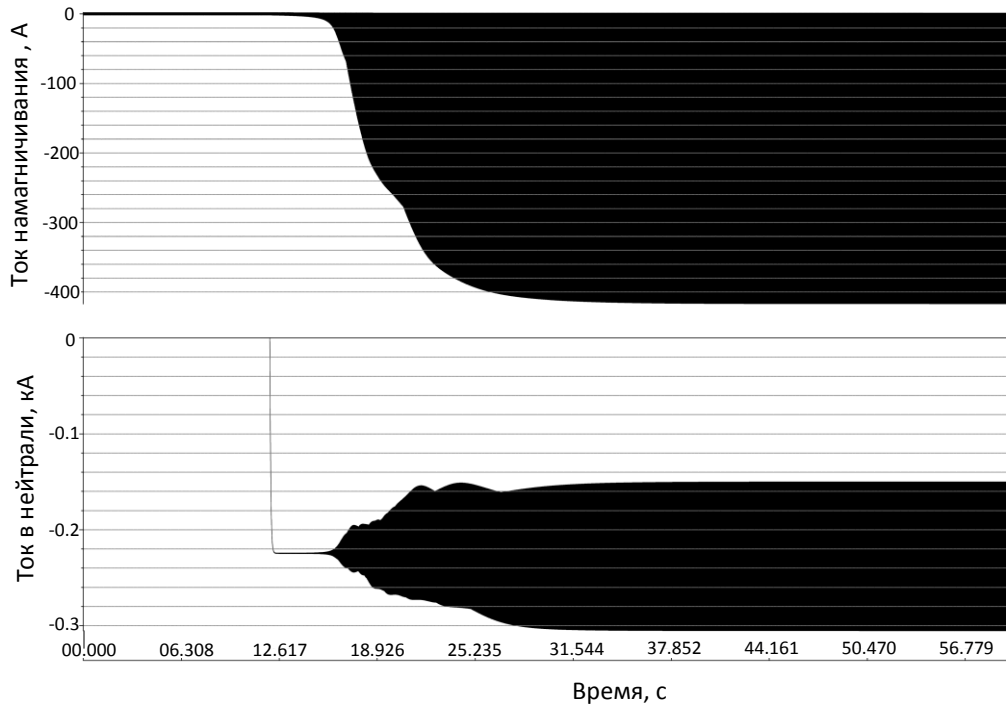


Рисунок 2. Ток намагничивания и ток в нейтрали силового трансформатора Т1 при значении напряженности электрического поля 30 В/км

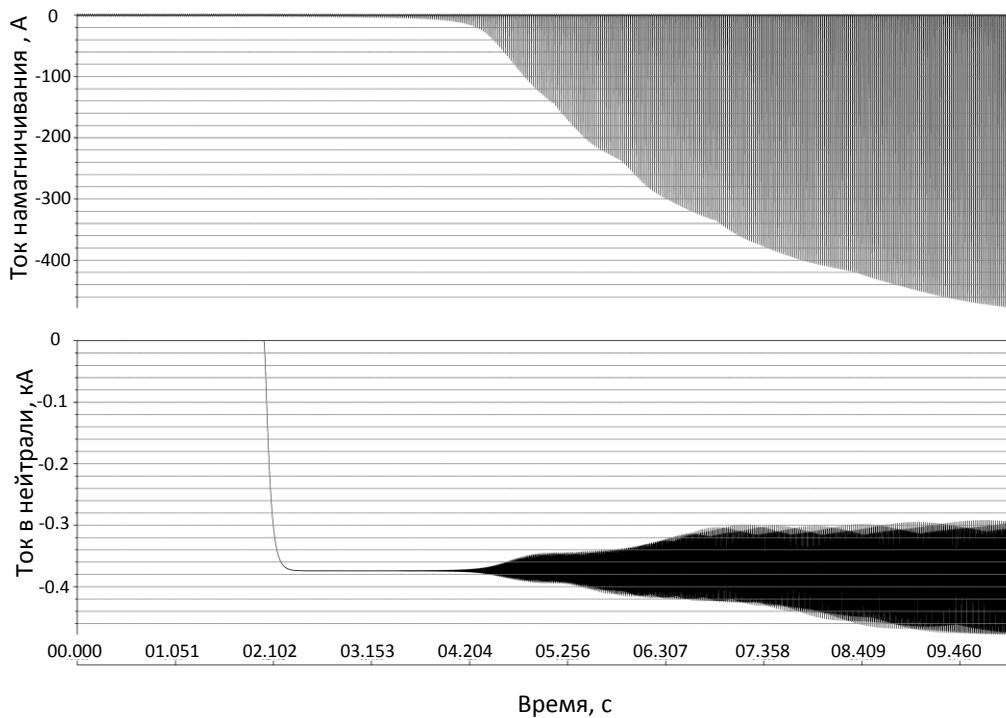


Рисунок 3. Ток намагничивания и ток в нейтрали силового трансформатора Т1 при значении напряженности электрического поля 50 В/км



Предварительно проведенный анализ микропроцессорных терминалов разных производителей показал, что в логике работы микропроцессорных терминалов релейной защиты силовых трансформаторов встроена блокировка действия дифференциальной защиты (ДЗТ) силового трансформатора при броске тока намагничивания, которая применяется для предотвращения срабатывания ДЗТ при его включении. Для реализации этого алгоритма в микропроцессорных терминалах используется блокировка по величине второй гармоники тока. При превышении установленного уровня второй гармоники действие дифференциальной защиты СТ блокируется на все время присутствия превышения второй гармоники. Для исследуемого терминала микропроцессорной защиты минимальная марки «ЭКРА» уставка блокировки по второй гармонике составляет 10%.

Для проведения моделирования выбраны уставки блокировки по второй гармонике дифференциального тока 0,15 о.е. На рисунках 4 и 5 показаны полученные в результате моделирования срабатывания блокировки ДЗТ при воздействии электрического поля с напряженностями 30 В/км и 50 В/км.

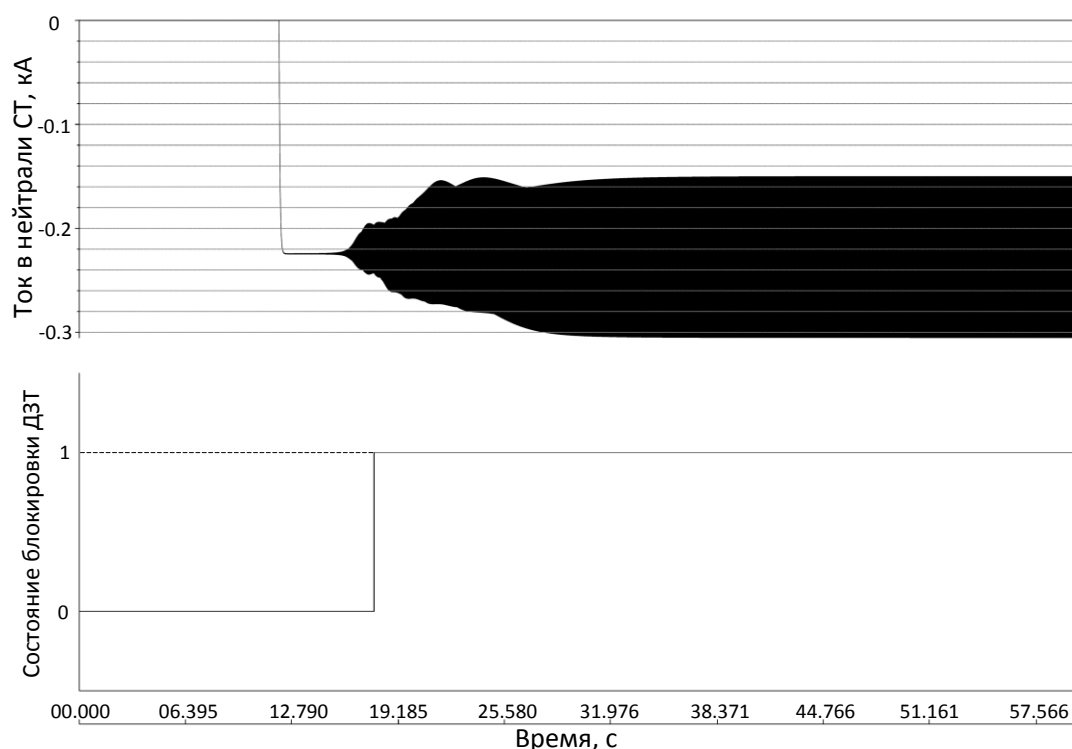


Рисунок 4. Состояние блокировки ДЗТ по второй гармонике дифференциального тока при воздействии электрического поля напряженностью 30 В/км

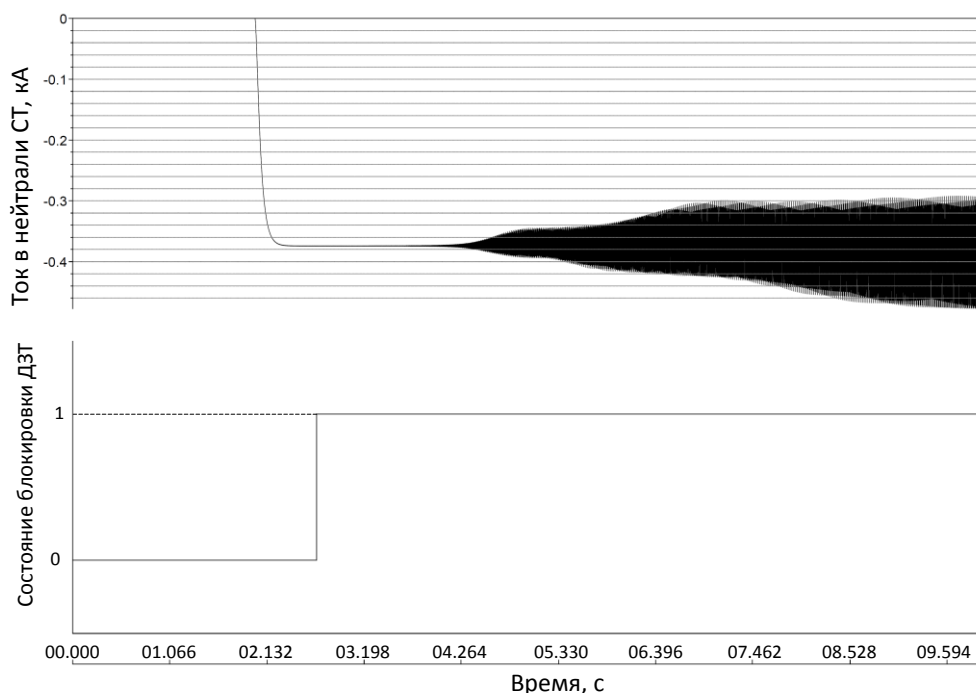


Рисунок 5. Состояние блокировки ДЗТ по второй гармонике дифференциального тока при воздействии электрического поля напряженностью 50 В/км

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что действие дифференциальной защиты силового трансформатора блокируется при протекании КПТ, и поэтому силовой трансформатор не может быть отключен ДЗТ для предотвращения повреждения.

Таким образом, для повышения надежности защиты силовых трансформаторов, работающих в условиях повышенной сейсмической активности, необходима реализация нового алгоритма функционирования дифференциальной токовой защиты. Новый алгоритм при протекании КПТ в нейтрали силового трансформатора должен минимизировать время действия блокировок ДЗТ, что дает возможность релейной защите силового трансформатора сработать и тем самым повысить устойчивость функционирования высоконапорных ГЭС и ЭЭС в целом, и снизить риски развития системной аварии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А.А. Физические условия залегания и свойства глубинного вещества (Высокие электрические поля в земных недрах). Томск : Изд-во ТГУ, 1975, 296 с.



2. Сурков В.В. Электромагнитные эффекты при землетрясениях и взрывах. М.: МИФИ, 2000, 448 с.

3. Вахнина В.В., Горохов В.В., Горохов И.В. Источники квазипостоянных токов и их воздействие на функционирование систем электроснабжения // Промышленная энергетика. 2016. №5. С.12-18.

УДК 621.316

Ваҳҳобов О.И.

САРФАИ БАРҚ ВА ИСТИФОДАИ БОСАМАРИ ЭНЕРГИЯ

ФЧСК “Шабакаҳои интиқоли барқ” дар шаҳри Гулистон

Дар ҷумҳурӣ, аз ҷумла дар вилояти Суғд, қариб ҳамарӯза ба истифода додани корхонаҳои истеҳсолии соҳаҳои гуногун ва зиёдшавии сохтмони хонаҳои истиқоматӣ ба чашм мерасад. Дар навбати худ ин ба баланд бардоштани сатҳи зиндагии мардум мусоидат менамояд.

Талабот ба намудҳои гуногуни энергия ва дар навбати аввал нерӯи барқ бе майлон зиёд мегардад. Дар чунин вазъият масъалаҳои самаранок ва сарфаҷӯена истифода бурдани бахусус нерӯи барқ ва гармӣ аҳамияти муҳим пайдо менамояд.

Яке аз сабабҳои муҳимияти масъалаи мазкур дар Тоҷикистон, аз ҷумла дар вилояти Суғд, дар давраи тирамоҳу зимистон, ин вобастагии фаъолияти системаи электроэнергетикӣ аз захираҳои мавҷудаи об ва набудани нерӯгоҳи базавӣ мебошад.

Аз ин лиҳоз, ҳамасола вобаста ба вазъи мавҷудаи захираҳои об дар кишвар, дар мавсими тирамоҳу зимистон танқисии таъминоти нерӯи барқ ва гармӣ мушоҳида карда мешавад.

Қайд кардан ба маврид аст, ки дар вилоят ягона манбаи асосии истеҳсоли нерӯи барқ НБО-и Қайроққум мебошад ва аз норасоии захираҳои об дар мавсими тирамоҳу зимистон пурра фаъолият карда наметавонад.

Вобаста ба ин махсусан дар давраи тирамоҳу зимистон ҳар як корхона, муассиса новобаста аз шакли моликиятшон ва аҳолии бояд ба энергиясарфакунӣ аҳамияти ҷиддӣ диҳанд. Зеро ҳам аз назари мантиқӣ ва ҳам аз назари иқтисодӣ энергиясарфакунӣ яке аз захираҳои энергетикӣ тозатарини экологӣ ва арзон ба шумор меравад.

Лозим ба ёдоварист, ки яке аз нишондиҳандаҳои асосии самаранок ва сарфаҷӯена истифодабарии нерӯи барқ ин дараҷаи талафоти нерӯи барқ дар



шабакаҳои барқӣ мебошад. Ҳамасола аз ҷониби корхонаҳои ҚСК “Шабакаҳои интиқоли барқ” ва ҚСК “Шабакаҳои тақсимоли барқ” нақша-чорабиниҳои техникую ташкилӣ ва чорабинӣ оид ба мукамалкунии системаи ҳисоб тартиб дода мешавад ва қисми зиёди онҳо амалӣ карда мешаванд. Инчунин барои таъмин намудани талаботи муштариён ба неруи барқ зеристгоҳҳои барқӣ ва хатҳои интиқоли барқ сохта мешаванд. Бояд зеристгоҳҳои барқӣ ва хатҳои интиқоли барқ самаранок истифода бурда шаванд. Аммо ин кифоя нест.

Захираи зиёди энергиясарфакунӣ ва ҳам захираҳои иқтисодии дохилӣ дар оқилона ва самаранок истифодабарии нерӯи барқу гармӣ аз ҷониби корхонаю муассисаҳо ва аҳоли мебошад.

Энергиясарфакунӣ ин амалҳои пай дар пайест, ки дар он натиҷаи самарабахшро дар самти сарфаи молиявӣ, коҳиш додани талафоти энергия дар ҷараёни истеҳсол, интиқол ва истифодаи энергия, ҳамчунин афзоиши иқтидори энергетикӣ, ба даст овардан мумкин аст. Барои ин амалҳои зерин гузаронида мешаванд: ба ҳисобгирӣ, назорат, аудити энергетикӣ, сарфаи энергия.

Марҳилаи якуми энергиясарфакунӣ - баҳисобгирӣ мебошад. Ҷорӣ намудани дастгоҳҳои ҳисобкунак имкон медиҳад, ки дар бораи истифодаи воқеии нерӯи барқ ва гармӣ маълумоти бозътимод ба даст оварда шавад.

Баҳисобгирии энергия натавонанд маълумоти муфидро дар бораи истеъмоли воқеии энергия аз ҷониби категорияҳои гуногуни истифодабарандагон медиҳад, балки дар ёфтани манбаъҳои талафоти эҳтимоли низ мусоидат менамояд.

Насб намудани дастгоҳҳои ҳисобкунакҳои сарфи нерӯи барқ ва гармӣ дар иншооти гуногун, истифодаи системаҳои идоракунии ва дастрасии фосилавино ба иттилооте, ки тавассути ҳисобкунакҳо дар бораи масрафи энергия сабт шудаанд, тақозо мекунад. Ин бартарихи ошкоро ва имкониятҳои иловагиро фароҳам меорад: назорати онлайнӣ захираҳои истифодашудаи энергетикӣ, таҳияи ҳисоботҳо барои ташкилотҳои таъминкунанда бо энергия, назорати ҳолати техникий ҳисобкунакҳо ва ғайраҳо.

Вобаста ба ин системаҳои идоракунии навро бояд истифода намуд, ки қобилияти интиқоли маълумотро дар форматҳои рақамӣ ва овозӣ дошта бошанд. Танҳо пас аз ташкили дурусти баҳисобгирӣ ва назорати захираҳои энергетикӣ, оғоз намудани аудити энергетикӣ ва таҳияи тадбирҳои сарфаи энергия ба мақсад мувофиқ аст.

Дар доираи аудити энергетикӣ тавозуни истифодаи энергия, манбаъҳои талафоти барзиёд муайян карда мешаванд, ки дар асоси он нақшаи чорабиниҳо оид ба сарфаи энергия тартиб дода мешавад. Рушди онҳоро ба назар гирифта, ҷолибияти сармоягузорӣ, давраҳои пардохт ва арзиши оно муайян карда мешавад.



Дар ин радиф мехоҳем оид ба роҳҳои энергиясарфакунӣ дар хонаҳои истиқоматӣ қайд намоем.

Дар бораи захираҳои энергиясарфакунии бинои истиқоматӣ сухан ронда, мо захираҳои энергияи гармӣ ва барқро дар назар дорем, ки пардохти истифодаи онҳо маблағи хеле зиёдаст.

Аз кучо сар кардан лозим аст?

Барои муайян кардани он, ки чӣ гуна сарфа кардан мумкин аст ва ҳамзамон чӣ гуна самараро ба даст овардан мумкин аст, муайян кардан лозим аст, ки чӣ қадар энергия ба бинои истиқоматӣ воқеан ворид мешавад ва чӣ гуна сарф мешавад. Барои ин, аудити энергетикӣ ё омӯзиши ҳамаҷонибаи истифодаи энергияи гармӣ ва барқ дар хона, муайян кардани имконияти оптимизатсияи истифодаи он лозим мешавад.

Сарфаи нерӯи барқ дар бинои истиқоматӣ имрӯз як мавзӯи хеле мувофиқ аст ва он ҷое, ки чӣ гуна сарфакориро хеле возеҳ омӯхтаанд, мефаҳманд, ки ин зарур аст.

Пеш аз он ки дар бораи энергиясарфакунӣ гап занем, биёед бубинем, ки чи тавр нерӯи барқ дар хонаи истиқоматӣ истифода карда мешавад.

Рақамҳо тақрибан гирифта шудааст:

Таҷҳизоти барқӣ	Ватт	Чанд соат дар як руз истифода карда мешавад	Истифодабарӣ дар як моҳ, кВт.с	Харочот дар як моҳ, сомонӣ (26,51 дирам барои 1 кВт.с)
6 чароғ, 100 ватт хар кадомаш	600	10	180	47,7
Чойники электрикӣ	1500	1	45	11,9
Компютер	200	10	60	15,9
Дарзмол	1500	0,5	22,5	5,96
Телевизор	100	10	30	7,95
Яхдон	250	24	180	47,7
Мошини чомашӯй	300	1	9	2,4
Чангкашак	700	0,5	10,5	2,78
Кондиционер	1500	4	180	47,7
Миксер	450	0,3	4	1,06
Тафдон	1000	0,5	15	3,97
Ҳамагӣ:			736	195,02

Агар мо ҳамин миқдор нерӯи барқи дар хонаи истиқоматӣ истифода мешударо бо истифода аз маслиҳатҳои зерин сарфачӯёна истифода барем ба чунин натиҷа ноил мешавем:

- чароғҳои тафсон бояд бо чароғҳои каммасраф иваз карда шаванд. Масалан ба ҷои 6 чароғи тафсон 6 чароғи каммасрафи 20 ватта истифода мекунем. Онҳо дар як моҳ 144 кВт.с энергия сарфа менамоем. Яъне 5



маротиба камтар аст. Агар ниёз ба рӯшноии умумӣ набошад, беҳтар аст аз лампаҳои маҳаллӣ истифода баред. Ҳангоми аз утоқ баромадан хомӯш кардани чароғро ба қоида табдил додан лозим аст;

- агар Шумо телевизор ва марказҳои мусиқиро муддати дароз дар ҳолати интизорӣ истифода баред, онҳо метавонанд дар як соат то 10 вт энергияро истифода баранд. Дар ҳолати саривақт хомӯш кардан Шумо метавонед 42 кВт.с энергияро дар як моҳ сарфа намоед.

- яхдонро дар назди плитаи газ ё радиатори гармидиҳанда гузоштан мумкин нест. Ин боиси то 20-30% зиёд шудани сарфи энергия мегардад. Дар ҳолати саривақт тоза накардани сармодони яхдон, ба истифодаи зиёди нерӯи барқ оварда мерасонад. Инчунин ба яхдон хӯроки гарм нагузored. Яхдонро мунтазам об кунед.

- Кондисионер бояд бо термостат муҷахҳаз бошад ва ҳангоми ба сатҳи зарурӣ расидани ҳарорати хона хомӯш карда шавад.

- Чангкашакро бо иқтидори миёна ё кам истифода баред. Ҳангоми дар вақташ ҳолӣ накардани зарфии партови чангкашак истифодаи нерӯи барқ ба 40 фоиз зиёд мешавад.

- Ҳангоми истифодаи мошини ҷомашӯӣ меъёри дар паспорт нишондода бояд риоя карда шавад. Риоя накардан ва истифодаи аз меъёр зиёди миқдори об ва либос ба аз 15 то 30% зиёдшавии истифодаи нерӯи барқ оварда мерасонад.

- Ҳангоми дар тафдон пӯхтани хӯрок, агар пеш аз пӯхтани хӯрок, масалан 10 дақиқа пеш тафдонро хомӯш намоед, шумо метавонед то 15% энергияро сарфа намоед.

- Ҳангоми истифодаи чойники электрикӣ бояд ба миқдори лозима обро чушонем, ки ин ба сарфаи энергия мусоидат мекунад.

Ҳангоми риояи ақаллан чунин роҳҳои энергиясарфакунии мо метавонем то 220 кВт.с дар як моҳ нерӯи барқро сарфа намоем.

Усули дигари самарабахши сарфаи нерӯи барқ истифодаи таҷҳизоти каммасраф мебошад. Ҳангоми харидани таҷҳизоти нави рӯзгор, шумо бояд акнун ба асбобҳои, ки камтар масрафи нерӯи барқ доранд, афзалият диҳед.

Дар охир бояд қайд намоем, ки агар ҳар рӯз одатҳо ва рафтори худро нисбати истифодаи энергия тағйир диҳем, он гоҳ талаботро ба энергия хеле кам кардан мумкин аст.



УДК 621.316

Гарифуллин М.Ш., Каминский С.О., Лашманова М.И., Казка М.В.,
Мухаметжанов Р.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MATLAB SIMULINK ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ РАБОТЫ СЕТИ MICROGRID В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
Тел.: 8 (999) 549-78-15, E-mail: wolf19980202@gmail.com

В тезисе рассматриваются преимущества использования программного обеспечения Matlab Simulink для эмуляции сетей MicroGrid с возможностью соединения с контроллером Owen - ПЛК 210, для разработки и тестирования управляющих программ для сетей MicroGrid.

Ключевые слова: MicroGrid, Matlab Simulink, ПЛК, сети, распределенная генерация, энергетика.

MicroGrid — это новая и сложная система производства и распределения электроэнергии, в которой значительная доля генерируемой электроэнергии приходится на объекты малой распределённой генерации, включая альтернативные источники, такие как солнечные панели, ветрогенераторы, электромобили и пр. [1].

Высокая стоимость и сложность проектов MicroGrid может сделать их выбор трудно обоснованным для бизнес-инвесторов, а также относительно менее привлекательным для конечных пользователей [2].

Проектирование сетей MicroGrid требует сочетание различных дисциплин для проведения всестороннего и адекватного анализа осуществимости проектов. Для эмуляции таких сетей, фирмы, внедряющие сети MicroGrid, используют различные программные обеспечения, которые они разрабатывают самостоятельно, или покупают готовые решения у других компаний. Среди программ такого типа выгодно выделяется Matlab Simulink который имеет инструменты подходящие для моделирования сетей MicroGrid.

Преимущества использования Matlab Simulink по отношению к другим программам заключается в многообразии различных способов передачи информации между различными программами; возможности работы модели в реальном времени; обширном количестве коммуникационных протоколов для соединения со сторонними устройствами; возможности создания сложной архитектуры сетей MicroGrid и др. [3].



Одной из важнейших задач проектирования сетей MicroGrid является создание управляющей программы для управления этими сетями. Так как только она способна решить основные проблемы сетей MicroGrid. Управляющая программа сетями MicroGrid должна обеспечивать полный набор функций оптимизаций, а также возможность управления потребителями и распределенной генерацией.

Сети MicroGrid не только имеют сложную структуру, но и активное взаимодействие с распределительными электрическими сетями. Поэтому при разработке и настройке программного обеспечения необходима эмуляция работы этих сетей в различных режимах [4].

Отдельно следует отметить, что в настоящее время имеются сложности с доступностью использования многих программируемых логических контроллеров (ПЛК) [5].

С учетом вышесказанного, и с учетом современной политической обстановки, и, в связи с этим, уровнем доступности аппаратного обеспечения, для эмуляции сетей MicroGrid был выбран Matlab Simulink, а в качестве управляющего контроллера был выбран контроллер от компании Owen - ПЛК 210, который является контроллером для средних и распределенных систем автоматизации.

Контроллер Owen ПЛК 210 подходит для реализации концепции децентрализованной системы управления сетями MicroGrid, с возможностью создания централизованной системы. Также он обладает достаточным количеством интерфейсов связи и протоколов обмена информацией. Модель данного ПЛК имеет сертификат промышленной безопасности и соответствует концепции Индустрии 4.0 [6].

Для соединения управляющей программы, написанной для ПЛК, с эмуляционной моделью ячейки сети MicroGrid, сделанной в Matlab Simulink, был выбран протокол OPC UA, подключенный через Ethernet. На рисунке 1 показана модель коммуникации ПЛК с Matlab Simulink.

Протокол OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture, Открытая Платформа Коммуникации Унифицированная Архитектура) представляет собой платформа-независимую технологию для передачи данных между устройствами. OPC UA это современный стандарт передачи данных, обеспечивающий защищенную и надежную коммуникацию среди устройств. Главной функцией, из-за которой был выбран протокол OPC UA, является прямой доступ к переменным ПЛК из программы Matlab Simulink, что в свою очередь облегчает создание программ для управления сетями MicroGrid в Simulink. Также протокол OPC UA поддерживает множественное количество подключенных устройств к Matlab Simulink [7].

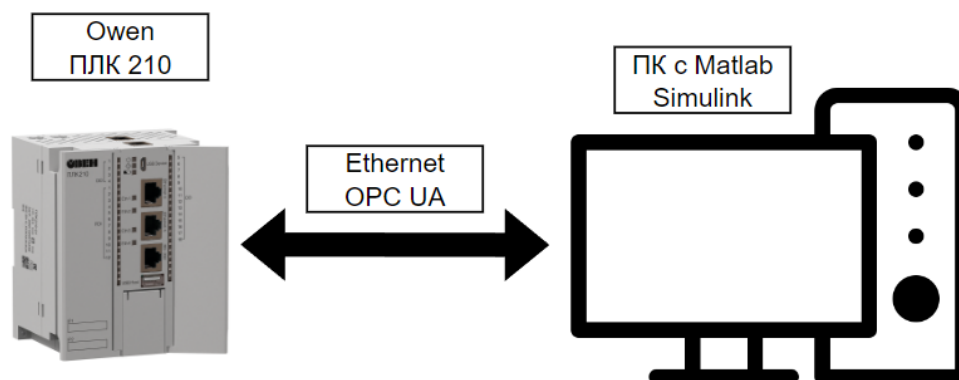


Рисунок 1. Модель коммуникации ПЛК с программным комплексом Matlab Simulink

Таким образом, на основе представленного материала можно заключить что:

- Matlab Simulink на сегодняшний день является одной из наиболее целесообразной средой для моделирования работы сетей MicroGrid;
- В качестве локального контроллера предлагается разработка компании Owen - ПЛК 210, которая позволяет использовать преимущество Matlab Simulink.

Источники

1. Overview on Microgrid System URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8745849> (дата обращения: 12.12.2022).

2. Гарифуллин М.Ш., Каминский С.О., Лашманова М.И., Мухаметжанов Р.Н. Тарифы на электроэнергию как стимулирующий фактор развития распределенной генерации в России // Материалы международной научно-практической конференции «Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты». Казань, 22 апреля 2022 года. С. 81-96.

3. Базовый учебник по моделированию управления микросетями с использованием программного обеспечения MATLAB и Simulink URL: <https://www.mathworks.com/academia/books/basic-tutorial-on-simulation-of-microgrids-control-using-matlab-simulink-software-andrade.html> (дата обращения: 12.12.2022).

4. Advanced Distribution Management System: Implementation, Assessment, and Challenges URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8586231> (дата обращения: 12.12.2022).



5. Обзор контроля, интеграции и управления энергопотреблением микросетей URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40565-014-0063-1> (дата обращения: 12.12.2022).

6. ПЛК210 контроллер для средних и распределенных систем автоматизации URL: <https://owen.ru/product/plk210> (дата обращения: 12.12.2022).

7. Просто о стандартах OPC DA и OPC UA URL: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/prosto-o-standartakh-opc-da-i-opc-ua/> (дата обращения: 12.12.2022).

УДК 629.064.5

Гервасьева Ю.Р.

ИННОВАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРИ АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066 г. Казань ул. Красносельская, 51,
Тел.: (843) 519-42-02; E-mail: yuliya-gervaseva@yandex.ru

Система электроснабжения (СЭС) может находиться в различных режимах работы: нормальном, ненормальном и аварийном. Рассмотрим эти режимы.

Нормальный режим работы – это такой режим работы электроустановки, при котором обеспечивается снабжение электроэнергией любых потребителей надлежащего качества. При этом показатели качества электроэнергии находятся в пределах, установленных ГОСТ 32144–2013.

Аварийный режим работы – это режим работы электроустановки, который сопровождается отклонением рабочих параметров от предельно-допустимых значений. Этот режим работы характеризуется повреждением элементов СЭС, выходом из строя электрооборудования, возможным перерывом электроснабжения.

Ненормальный режим работы – это режим работы электроустановки, при котором значение какого-либо одного из параметров, характеризующего режим работы СЭС выходит за пределы диапазона допустимых рабочих значений. Они связаны с отклонениями значений величин тока, напряжения и частоты. Ненормальные режимы работы могут быть опасны для оборудования или устойчивой работы энергосистемы.



Появление новых машин и механизмов, средств коммуникации, бытовых приборов повышенной мощности, использующих электрическую энергию, приводит к нарастающим перегрузкам электрической сети, которая уже не справляется с нагрузкой.

Примеры тому – аварийные отключения электроэнергии в Санкт-Петербурге и Казани. Электросети, введённые в эксплуатацию в 70 х – 80 х годах прошлого столетия, не отвечают требованиям Правил эксплуатации электроустановок (ПУЭ).

Для эффективной работы электрических сетей необходимо, чтобы они были саморегулирующимися и самовосстанавливающимися.

Особенности инноваций электрических сетей.

При возникновении аварийных ситуаций и перегрузок автоматика сама осуществляет коммутацию электрических сетей таким образом, чтобы не нарушалось снабжение объектов электроэнергией и не возникало перегрузок. Такие инновации внедряются в Канаде, Китае, Японии, США, Индии. В России также ведутся работы по разработке подобных проектов.

Подобные инновации требуют больших финансовых затрат. Энергетические компании не очень охотно инвестируют средства в проекты, которые начнут окупаться лишь через длительный срок. Для решения данной проблемы необходимо издать законы, поощряющие инвестиции в перспективные проекты модернизации электроэнергетики. Нужна чёткая и слаженная работа всех компаний, ранее входивших в РАО ЕЭС.

Направления инноваций в электрических сетях.

Одним из направлений инноваций в электросетях является защита от перенапряжения. В электросетях жилых домов часто наблюдаются отклонения напряжения от нормального ($220 \text{ В} \pm 10 \%$). Сетевой вольтметр может показать его изменения в пределах от 170 до 380 В. Такие перепады могут вывести из строя бытовую технику и представляют опасность для жизни людей.

Для предотвращения аварийных ситуаций применяются стабилизаторы напряжения, которые компенсируют его изменения и приводят к норме. Для защиты бытовых электроприборов используют реле напряжения.

При выходе напряжения за предельные значения реле отключает электроприборы и подключает, когда оно приходит к норме. Управление сетями предприятий, городов, областей и их защита представляет собой более сложную задачу, требующей внедрения инновационных решений с применением современных автоматизированных систем, вычислительной техники, сложного оборудования. Поэтому важным этапом является разработка методических указаний по эксплуатации инновационных энергосистем.



Одним из приоритетных направлений отрасли является снижение потерь в электросетях. Это позволит сократить число трансформаторных подстанций, сократить стоимость электрического оборудования и получить ощутимый экономический эффект.

Преимущества:

- Уменьшение вероятности незаконных подключений;
- Увеличивается количество подключаемых потребителей в 2,6 раз;
- Нет необходимости монтажа нового оборудования, так как для линий до 0,4 кВ и 0,95 кВ действуют единые стандарты ПУЭ до 1кВ.

Такие меры применимы на недалёкую перспективу. Будущее инновационных проектов – применение сверхпроводящих материалов. Работы по созданию сверхпроводящих линий ведутся уже давно в США, Китае, Корее, Германии.

В 2008 году в США была введена в эксплуатацию опытная линия длиной 600 метров. Ток в ней достигает 2400 А, напряжение – 138 кВ. К 2022 году в России планируется подключение линии длиной 2,5 км напряжением 20 кВ и током 2500 А. Потери в сверхпроводящих электрических кабелях – минимальны.

УДК 621.313.13

Дадобоев Ш.Т.

ТАДҶИҚОТ ОИД БА САРФАЌҶҶИИ НЕРҶИ БАРҚ ДАР ҲАРАКАТОВАРҶОИ ЭЛЕКТРИКИИ ХИСЛАТИ БОРАШОН ВЕНТИЛЯТОРӢ

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
Тел.: 918-40-71-61; E-mail: shahbozdadoboev@mail.ru

***Аннотатсия.** Маълумотҳои умумӣ доир ба ҳаракатоварҳои электрии хислати борашон вентиляторӣ оварда шудааст. Проблемаҳои бакорандозӣ, роҳҳои танзимкунии диҳиши насосҳо, роҳҳои сарфаҷӯйии нерӯи барқ, камбудию беҳбудии роҳҳои танзимкунии диҳиши насосҳо шарҳ дода шудаанд.*

***Мафҳумҳои асосӣ:** ҳаракатовари электрӣ, хислати вентиляторӣ, речаи гузариш, бакорандозии мунтазам, табдилдиҳандаи басомад, таҷҳизоти бакорандозии мунтазам, инвертор, росткунак, гармиаваии муҳаррик, иқлими гарм.*



Бори статикӣ ҳаракатовари электрӣ ба активӣ ва реактивӣ ҷудо карда мешавад, ки бори активӣ одатан дар зери таъсири қувваҳои беруна нисбат ба ҳаракатовари электрӣ ба вуҷуд меояд ва онҳо аз суръати ҳаракати ҳаракатовар вобаста нест. Бори реактивӣ бошад дар зери таъсири қувваҳо ҳамчун таассурот ва ё ақсуламал ба ҳаракати элементҳои ҳаракатовари электрӣ ба вуҷуд меоянд ва онро чунин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$M_c = k\omega^n, \quad (1)$$

дар ин ҷо k – коэффисиенти доимӣ, ω – суръати кунҷии муҳаррик, n – нишондиҳандаи дараҷа.

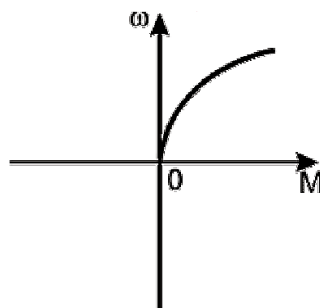
Ҳангоми қимати n дар ифодаи (1) аз як калон будан, ҳислати борро вентиляторӣ меноманд. Вентиляторӣ барои он ном гирифтааст, ки ин ҳислат бисёртар ба механизмҳои вентиляторҳо, насосҳо ва компрессорҳо хос аст ва одатан барои онҳо ифодаи (1) чунин тавр навишта мешавад:

$$M_c = k\omega^2 \quad (2)$$

Аз ифодаи (2) аён аст, ки вобастагии суръат ва моменти бор квадратӣ аст, яъне ҳангоми хурдкунии басомади гардиши муҳаррик, моменти бор квадратӣ хурд мешавад. Яъне танзимкунии чунин намуд механизмҳо хеле душворӣ дорад.

Тадқиқотҳои ибтидоӣ доир ба ин муаммои техникӣ аз тарафаи муҳандисон ва мутахассисони илмӣ-техникии хориҷа гузаронида шуда буд. Ба онҳо қорҳои илмӣ оид ба турбомеханизмҳо Онищенко Г.Б., Юнков М.Г., Лезнов Б.С., Черкасский В.М., ва оид ба ҳаракатоварҳои электрии ҷараёни тағйирёбанда Чиликин М.Г., Ключев В.И., Башарин А.В., Илинский Н.Ф., Маскаленко В.В., Терехов В.М., Фираго Б.И., Сиромятников И.А., Браславский И.Я., Соколовский Г.Г., ва ғайраҳо мисол овардан мумкин аст.

Характеристикаи механикӣ ҳислати бори вентиляторӣ дар расми 1 оварда шудааст.



Расми 1. Характеристикаи механикӣ ҳислати бори вентиляторӣ



Дихиши насосро одатан бо чунин роҳҳо танзим мекунад: дросселиронии кубурҳо, гузарониши қисми сели моеъ, танзимкунии зинагӣ ва тағйирдиҳии басомади гардиши чархи кории насос. Нисбатан роҳи паҳнғашта ва анъанавии танзимкунии насосҳо ин дросселиронӣ ба ҳисоб меравад, ки ба воридкунии монеаҳо ба магистрал асос шудааст. Қисми танзимкунада дар ин роҳи танзимкунии дихиши моеъ таҷҳизоти механикӣ мебошад, ки ба сифати он ғалакҳо, диафрагмаҳо, мӯрибандҳо, дроссел-клапанҳо истифода мебаранд. Ҳангоми ҷойивазкунии ин элементҳо ғафсии бурриши кубури об тағйир меёбад ва бо он дихиши моеъ танзим карда мешавад. Роҳи танзимкунии зерин осон бошад ҳам, аммо як қатор камбудӣҳо дорад, ба монанди: пастшавии коэффисиенти кори ғоиданоки насос, камшавии мӯҳлати корӣ, зиёдшавии талафи моеъ аз пайвастагиҳои кубурҳо.

Дигар роҳи танзимкунии дихиши насосҳо ин гузарониши қисми сели фишор мебошад, ки ба гузарониши як қисми сели моеъ аз баромади насос ба даромади он асос шудааст. Ин роҳ низ як қатор камбудӣҳо дорад: пастшавии коэффисиенти кори ғоиданоки насос, танзимкунии танҳо дар тарафи хурдшавии суръат. Танзимкунии зинагии дихиши насос бо воситаи пайвасткунӣ ва ё хомӯшкунии насосҳо ба роҳ монда шудааст. Ин роҳи танзимкунӣ ҳам камбудӣ дорад, ки он ба мавҷуд набудани имконияти таъминкунии беғосила ва босифати фишор ҳангоми тағйирёбии истеъмоли моеъ, фаҳмонида мешавад.

Роҳи дигари танзимкунии дихиши насос ин тағйирдиҳии басомади гардиши чархи кории насос мебошад, ки дар натиҷа танзимкунии маҳсулнокии насос беғосила ба роҳ монда мешавад. Роҳи мазкур танзимкунии дақиқ ва мунтазамро таъмин мекунад. Беҳбудии зиёд дар роҳи зерин дида мешавад ва ин роҳ ба истифодабарии ҳаракатоварҳои электрии танзимшаванда асос шудааст. Камбудии асосии тағйирдиҳии басомади чархи кории насос ба нархи гарони дастгоҳҳои танзимкунада асос ёфтааст. Ҳаракатоварҳои электрии танзимшаванда бо воситаи табдилдиҳандаҳои басомад ва ё таҷҳизотҳои бакорандози мунтазам тартиб дода мешаванд.

Маълум аст, ки воридкунии чунин намуд ҳаракатоварҳои электрӣ ба сарфаи 20-25% нерӯи барқ оварда мерасонад. Мӯҳлати харочотбарории маблағҳо дар ин роҳи танзимкунӣ бо ҳисоби миёна то ду сол мебошад.

Ба ҳамагон маълум аст, ки дар давлатҳои рушдёфтаи дунё 60 – 70%-и нерӯи барқи истеҳсолшаванда барои корхонаҳои саноатӣ сарф мешавад ва истеъмолкунадагони асоси дар корхонаҳои саноатӣ ин муҳаррикҳои асинхронӣ ва синхронӣ ба ҳисоб меравад. Муҳаррикҳои асинхронӣ ниҳоят эътимодноқанд, арзонанд ва сохти одди низ доранд, вале равандҳои вазнини бакорандозӣ ва боздорӣ дар онҳо мавҷуд аст, ки ин омил то солҳои наздик



истифодаи онҳоро маҳдуд мекард. Дар давлатҳои Аврупо ва ИМА ҳаракатоварҳои электрии хислати борашон вентиляторӣ ҳанӯз танзимнашавандаанд, ҳоло онки ин намуд мошинҳо 25%-и нерӯи барқро сарф мекунанд ва албатта аз ин нуқтаи назар сарфачӯии нерӯи барқ дар ин соҳа ба самараи назаррасӣ иқтисодӣ оварда мерасонад. Масъалан дар ноҳияи Ашти вилояти Суғд пойгоҳҳои обкашӣ мавҷуданд, ки дар онҳо насосҳои иқтидорашон 1600 ва 8000 кВт истифода шудаанд ва агар ба онҳо технологияҳои муосири сарфачӯии нерӯи барқро ворид кунем, онҳо мувофиқи тадқиқотҳо ва ҳисобу китобҳо дар ҳуди ҳамин як пойгоҳи обкашӣ аз 10 то 20% нерӯи барқ аз ҳисоби умумии иқтидори пойгоҳ сарфа кардан мумкин аст. Чунин намуд пойгоҳҳои обкашии пуриқтидор дар вилоятҳои кам нестанд, дар ноҳияи Зафаробод низ чунин намуд пойгоҳҳои обкашӣ мавҷуд аст, ки барои таъмини обёрии хоҷагии қишлоқ равона карда шудааст.

Технологияҳои муосири сарфачӯии нерӯи барқи ҳаракатоварҳои электрии хислати борашон вентиляторӣ пештар вақтҳо низ вучуд дошт, вале аз сабаби нархи таҷҳизотҳо ба монанди табдилдиҳандаҳои басомад ниҳоят гарон будан, ин таҷҳизотҳо истифодаи васеи худро наёфта буданд. Бо гузашти вақт ва рушди илму техника, махсус дар соҳаи электроникаи қуввагӣ нархи табдилдиҳандаҳои басомад паст шуд ва истифодаи онҳо айни замон хеле паҳнгарда шуда истодааст.

Табдилдиҳандаи басомад сарфачӯии нерӯи барқро аз 10 то 30% таъмин мекунад.

Имрӯз истифодабарии ҳаракатоварҳои электрии бо басомад танзимкунанда сарфаи барқро аз ҳисоби чунин омилҳо ба даст меорад:

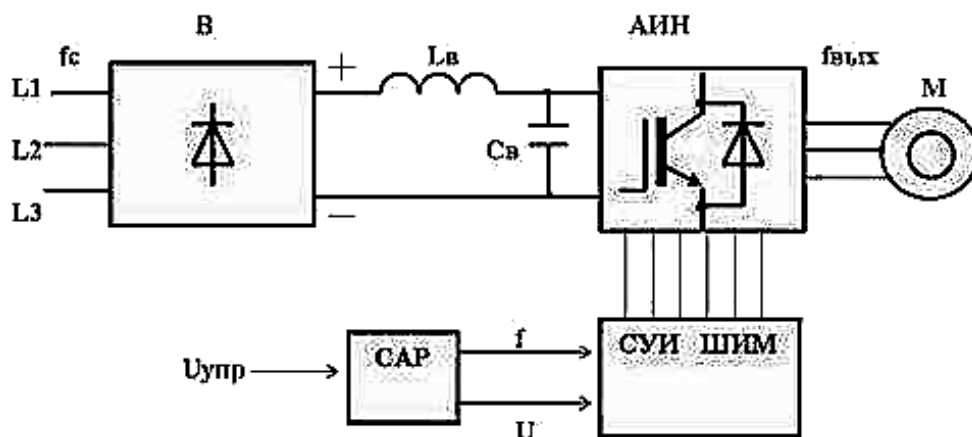
- бартарафшавии фишори зиёдатӣ;
- мунтазам гузаштани равандҳои бакорандозӣ;
- дарозшавии мӯҳлати кории дастгоҳҳо;
- истеъмоли ками нерӯи барқ дар суръатҳои паст.

Табдилдиҳандаҳои басомад нархи гарон дошта бошанд ҳам вале фоидаи аз сарфачӯии он гирифташаванда тақрибан дар давоми як сол маблағи ба табдилдиҳанда сарфшударо бартараф мекунад. Ба ғайр аз ин зарбаҳои гидравликӣ дар кубурҳои обгузар аз ҳисоби мунтазам гузаштани равандҳои бакорандозӣ ва боздорӣ, кам карда мешавад. Дар расми 2 схемаи структурии системаи табдилдиҳандаи басомад – муҳарриқи асинхронӣ тасвир шудааст.

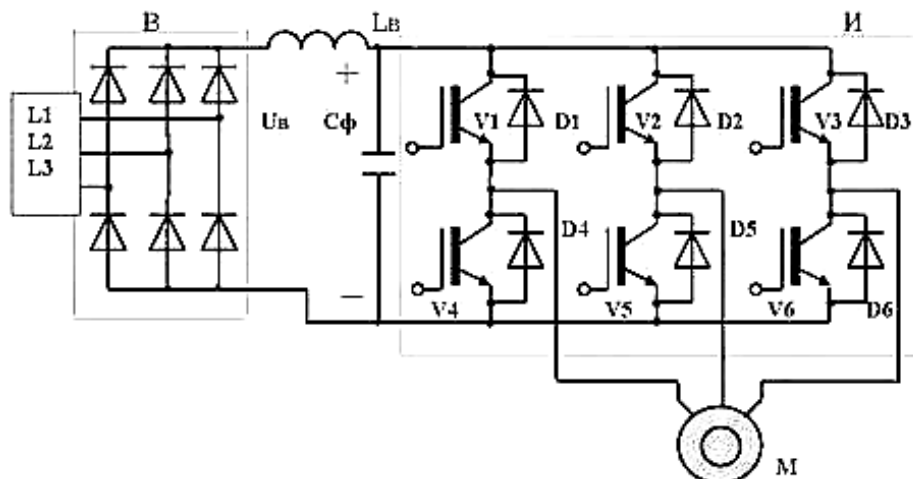
Табдилдиҳандаҳои басомад асосан ду намуд доранд, яке бе восита ба шабака пайваست ва дигаре табдилдиҳандаҳои басомади бо аъзои ҷараёни доимӣ. Таърихан аввал яқум намуди табдилдиҳандаҳои басомад сохта шуда буданд, вале аз сабаби вобастагии калони онҳо аз нишондиҳандаҳои шиддати шабака онҳо кам истифода бурда шудаанд. Ҳозир истифодаи васеъро дуҷум намуди



табдилдиҳандаҳои басомад соҳиб шудаанд ва онҳо одатан аз росткунак В, инвертор АИН, системаи идоракунии СУИ ШИМ, системаи танзимкунии автоматӣ САР, дроссел L_B ва конденсатор C_B иборатанд (расми 2). Танзимкунии басомади баромад $f_{\text{вых}}$ ва шиддат $U_{\text{вых}}$ дар инвертор аз ҳисоби идоракунии баландбасомади импульсӣ ба амал дароварда мешавад. Дар расми 3 схемаи пулии 3 фазагии инвертори автономӣ, ки бо IGBT-транзисторҳо таркиб ёфтааст, оварда шудааст.



Расми 2. Схемаи структурии системаи табдилдиҳандаи басомад – муҳаррики асинхронӣ (ТБ–МА)



Расми 3. Схемаи принципалии системаи ТБ-МА бо IGBT-транзисторҳо

Инверторҳои муосир дар асоси асбобҳои нимноқили қуввагии пурра идорашаванда ба монанди GTO – тиристорҳо ва ё IGBT-транзисторҳо сохта мешаванд.

Ҳангоми истифодабарии усули идоракунии басомадӣ имкониятҳои калони техникӣ пайдо мешавадн, ки дар поён як қисми онҳо оварда шудааст:

- танзимкунии суръат то қимати номиналӣ ва аз он калон;



- бакорандозӣ ва боздории мунтазам;
- маҳдудкунии чараёнҳо дар речаҳои гузариш;
- зиёдкунии мӯҳлати кории қисмҳои механикӣ ва электрии дастгоҳҳо;
- ҳаҷму андозаи хурди дастгоҳҳои ҳаракатовари электрии танзимшаванда.

Далелҳои дар боло зикршударо ташхис карда чунин таснифоти омилҳои самаранокии иқтисодӣ оварандаро овардан мумкин аст:

- камшавии талафҳои гидравликӣ ва гармӣ дар кубурҳо;
- камшавии талафҳо аз ҳисоби бартарафкунии дросселиронӣ;
- бартарафкунии таъсири гашти холии муҳаррики электрӣ;
- устуворкунии речаи кории таҷҳизот.

Ҳоло аз тарафи муаллифи мақола тадқиқотҳо доир ба воридкунии таҷҳизотҳои сарфачӯии нерӯи барқ ба ҳаракатоварҳои электрии ҳислати борашон вентиляторӣ ва омӯзиши речаи кории онҳо дар зери иқлими гарм давом ёфта истодааст ва барои ҳалли ин муаммоҳои техникӣ чунин масъалаҳо гузошта шудааст:

- тадқиқоти речаҳои бакорандозии ҳаракатоварҳои электрии ҳислати борашон вентиляторӣ
- тадқиқот оид ба истифодабарии таҷҳизотҳои бакорандозии мунтазам дар дастгоҳҳои обкашӣ;
- тадқиқот оид ба гармшавии муҳаррикҳои асинхронӣ ва синхронӣ дар ҳар гуна роҳҳои бакорандозӣ;
- тадқиқоти таъсири иқлими гарм ба кори ҳаракатовари электрии турбомеханизмҳо;
- омӯзиши равандҳои гузариши ҳаракатоварҳои электрии ҳислати борашон вентиляторӣ;
- моделиронии компютери ҳаракатовари электрии ҳислати борашон вентиляторӣ;
- ташхиси техникӣ-иқтисодии ҳаракатовари электрии ҳислати борашон вентиляторӣ.

Феҳристи адабиётҳо

1. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. — 392 с., ил.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод/Под ред. И.Я. Браславского. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с., ил.



3. Лезнев Б. С. Экономия электроэнергии в насосных установках. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с., ил.
4. Лезнев Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудувных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с., ил.
5. Онищенко Г.Б., Юньков М. Г. Электропривод турбомеханизмов. – М.: Энергия, 1972.-240 с.
6. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.
7. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей/ Под ред. Л.Г. Мамиконянца. – 4-е изд., переработ. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с., ил.
8. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с., ил.

УДК 621.313

Дадобоев Ш.Т.

ТАДҚИҚОТ ОИД БА ОПТИМАЛИГАРДОНИИ РЕЧАҲОИ БАКОРАНДОЗИИ ҲАРАКАТОВАРҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ СИНХРОНИИ КАЛОНИҚТИДОР

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
Тел.: 918-40-71-61; E-mail: shahbozdadoboev@mail.ru

***Аннотатсия.** Маълумотҳои умумӣ доир ба ҳаракатоварҳои электрии насосҳо, муҳаррикҳои синхронӣ, проблемаҳои бакорандозӣ, роҳҳои бакорандозӣ, роҳҳои сарфаҷӯйи нерӯи барқ, камбудию беҳбудии роҳҳои танзимкунии басомадии насосҳо шарҳ дода шудаанд.*

***Мафҳумҳои асосӣ:** ҳаракатовари электрӣ, хислати вентиляторӣ, реҷаи гузариш, бакорандозии мунтазам, табдилдиҳандаи басомад, таҷҳизоти бакорандозии мунтазам, инвертор, росткунак, гармиаши муҳаррик, иқлими гарм.*

Маълум аст, ки дар давлатҳои рушдфтои дунё 60-70%-и нерӯи барқи истеҳсолшавандаро корхонаҳои саноатӣ истеъмол мекунанд. Истеъмолкунандагони асосӣ дар корхонаҳои саноатӣ бошад, ин муҳаррикҳои асинхронӣ ва синхронӣ ба ҳисоб меравад. Муҳаррикҳои асинхронӣ ниҳоят эътимодноқанд, арзонанд ва сохти одди низ доранд, вале равандҳои вазнини



бакорандозӣ ва боздорӣ доранд, ки ин омил то солҳои наздик истифодаи онҳоро маҳдуд мекард. Дар давлатҳои Аврупо ва ИМА ҳаракатоварҳои электрии хислати борашон вентиляторӣ ҳанӯз танзимнашавандаанд, ҳоло он ки ин намуд мошинҳо 25%-и нерӯи барқро аз миқдори дар боло зикр шуда, истеъмол мекунанд. Аз ин нуқтаи назар сарфачӯии нерӯи барқ дар ин соҳа ба самарали назаррасӣ иқтисодӣ оварда мерасонад. Масъалан дар ноҳияи Ашти вилояти Суғд пойгоҳҳои обкашӣ мавҷуданд, ки дар онҳо насосҳои иқтидорашон 1600 ва 8000 кВт истифода шудаанд ва агар ба онҳо технологияҳои муосири сарфачӯии нерӯи барқро ворид кунем, онҳо мувофиқи тадқиқотҳо ва ҳисобу китобҳо дар ҳуди ҳамин як пойгоҳи обкашӣ аз 10 то 20% нерӯи барқ аз ҳисоби умумии иқтидори пойгоҳ сарфа кардан мумкин аст. Чунин намуд пойгоҳҳои обкашии пуриқтидор дар вилояти мазкур кам нестанд, дар ноҳияи Зафаробод низ чунин намуд пойгоҳҳои обкашӣ мавҷуд аст, ки барои таъмини обёрии хоҷагии қишлоқ равона карда шудааст.

Насосҳо истеъмолкунандагони иқтидори калон ба ҳисоб рафта асосан ҳаракатовари электрии он аз муҳаррики синхронӣ тартиб дода мешавад. Камбудии чунин намуд муҳаррикҳо дар он аст, ки онҳо дорои речаҳои динамикии вазнин мебошанд, ба монанди бакорандозии муҳаррик. Дар вақти бакорандозии муҳаррики синхронии калониқтидор чараён аз 5 то 10 маротиба зиёд мешавад, ки ин омил ба изолятсияи печаҳо таъсири манфӣ мерасонад ва дар умум ба коҳишҳои захираи техниकी дастгоҳи барқӣ оварда мерасонад.

Дар ин мақола зери тадқиқот муҳаррикҳои синхронии насосҳои пойгоҳи обкашии АНС-1 н. Ашт интиҳоб шудааст ва маълумотҳои техниकीи ин агрегатҳо дар қадвали 1 оварда шудааст.

Қадвали 1 - Маълумоти техниकीи номиналии насосҳои АНС-1

№ п/п	Дастгоҳ	Вазифа	Фишор, м	Маҳсулноқӣ м ³ /соат	Басомади гардиш, гард/дақ	ККФ %	Иқтидор кВт
1	1200В-6,3/100-А (52В11)	Захира	88	22680	375	88	8000
2	1200В-6,3/100-А (52В11)	Обкашӣ	88	22680	375	88	8000
3	1200В-6,3/100-А (52В11)	Обкашӣ	88	22680	375	88	8000
4	1200В-6,3/100-А (52В11)	-	88	22680	375	88	8000

Мувофиқи дастурамали истехсолии насоси зерин, бакорандозӣ дар зери кубурҳои кушод иҷро карда мешавад. Барои бакорандозии муҳаррикҳои

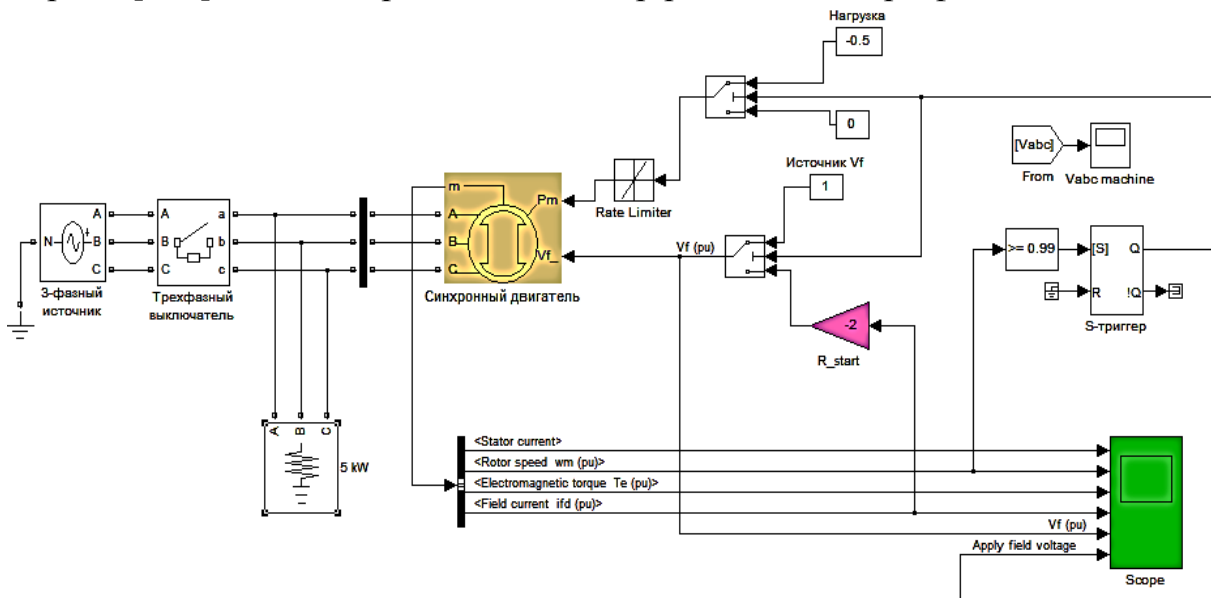


синхронӣ усулҳои гуногун мавҷуд аст ва аз ҳама паҳнғаштаи он, ин бакорандозии асинхронии муҳаррики синхронӣ мебошад. Моҳияти чунин намуд бакорандозӣ дар он аст, ки ба печай ангезиш якбора ҷараён дода намешавад, балки баъди суръати муҳаррик ба 95% қимати суръати номиналӣ наздик шудан, баъд ҷараёни доимӣ дода мешавад. Маълумотҳои шиносномавии муҳаррики синхронии навъи ВДС2-325/69-16 дар ҷадвали 2 оварда шудааст.

Ҷадвали 2 - Маълумоти номиналии муҳаррики электрии насосҳои АНС-1

№	Навъи муҳаррик	Иқтидор, кВт	Ҷараён, А		Шиддат, кВ		Басомади гардиш гард/дақ	ККФ, %	cos, φ	Соли воридкунии ба қор	Навъи ангезак
			статор	ротор	статор	ротор					
1	ВДС2-325/69-16 УХЛ4	8000	540	400	10	0,16	375	0,9	0,9	1979	ТВУ-8

Барои моделиронии речаи бакорандозии муҳаррики синхронӣ барномаи компютери MATLAB, китобхонаи Simulink/SimPowerSystems истифода мебарем. Ин барнома махсус барои моделиронии системаҳои муҳандисӣ тартиб дода шудааст ва имрӯз миллионҳо олимон дар ҳар ғӯшаи дунё аз он истифода мебаранд [2, 6]. Модел барои тадқиқот дар расми 1 тасвир ёфтааст.

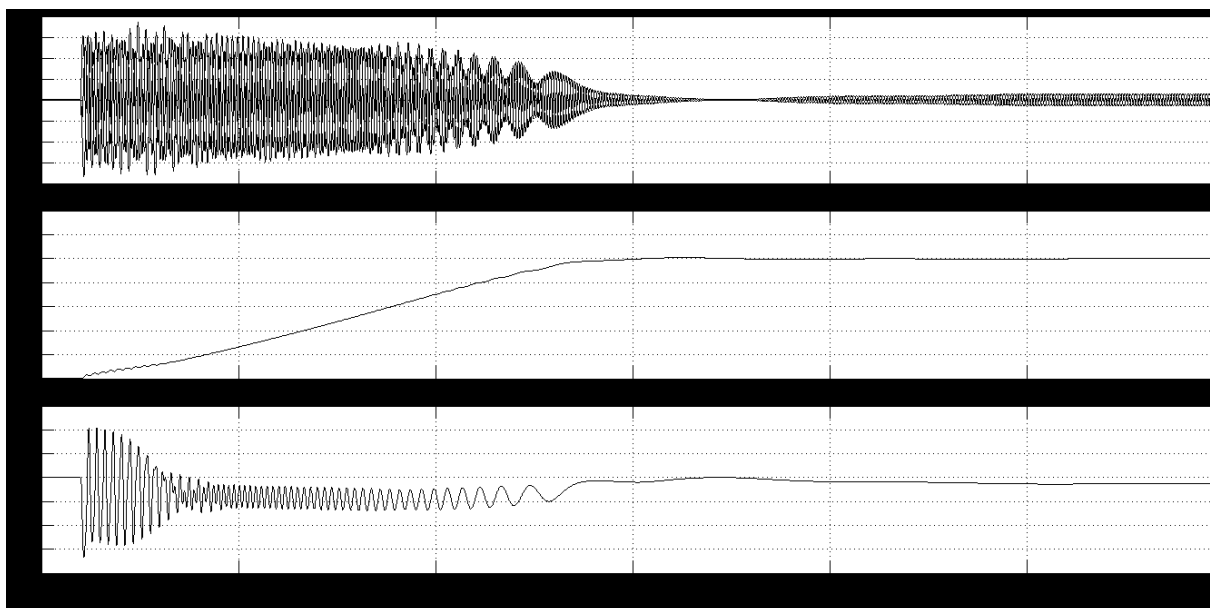


Расми 1. Моделҳои компютерӣ барои омӯзиши речаҳои бакорандозии муҳаррики синхронии пойгоҳи обкашӣ

Натиҷаҳои моделиронӣ дар расми 2 оварда шудаанд.



Мувофиқи графикҳои ҳосилшуда (расми 2) маълум гашт, ки речаи бакорандозии муҳаррикҳои синхронии калониқтидор бо лаппиши калони чараён ва моментҳои муҳаррик мегузарад. Чараён аз қимати номиналӣ 6-8 маротиба калон буда momenti электромагнитӣ бошад 3-4 маротиба зиёд аст. Ин проблемаи актуалӣ мебошад, ки барои ҳалли он имрӯз бисёр муҳандисон ва олимони кӯшиш мекунанд.



Расми 2. Равандҳои гузариши муҳаррики синхронӣ ҳангоми бакорандозӣ

Яке аз роҳҳои бартарафкунии равандҳои гузариши вазнин ҳангоми бакорандозӣ бо воситаи табдилдиҳандаҳои басомадӣ ва ё тавассути таҷҳизоти бакорандозии мунтазам иҷро карда мешавад. Табдилдиҳандаи басомадӣ сарфаҷӯии нерӯи барқро аз 10 то 30% таъмин мекунад. Имрӯз истифодабарии ҳаракатоварҳои электрии бо басомад танзимкунанда сарфаи барқро дар насосҳо аз ҳисоби чунин омилҳо ба даст меорад:

- бартарафшавии фишори зиёдатӣ;
- мунтазам гузаштани равандҳои бакорандозӣ;
- дарозшавии мӯҳлати кории дастгоҳҳо;
- истеъмоли ками нерӯи барқ дар суръатҳои паст.

Табдилдиҳандаҳои басомадӣ нархи гарон дошта бошанд ҳам вале фоидаи аз сарфаҷӯии он гирифташаванда тақрибан дар давоми як-ду сол маблағи сарфшударо бартараф мекунад. Ба ғайр аз ин зарбаҳои гидравликӣ дар кубурҳои обгузар аз ҳисоби мунтазам гузаштани равандҳои бакорандозӣ кам карда мешавад.



Ҳангоми истифодабарии усули идоракунии басомадӣ имкониятҳои калони техникӣ пайдо мешавадн, ки дар поён як қисми онҳо оварда шудааст:

- танзимкунии суръат то қимати номиналӣ ва аз он калон;
- бакорандозӣ ва боздории мунтазам;
- маҳдудкунии чараёнҳо дар речаҳои гузариш;
- зиёдкунии мӯҳлати кории қисмҳои механикӣ ва электрии дастгоҳҳо;
- ҳаҷму андозаи хурди дастгоҳҳои ҳаракатовари электрии танзимшаванда.

Далелҳои дар боло зикршударо ташхис карда чунин таснифоти омилҳои самаранокии иқтисодӣ оварандаро овардан мумкин аст:

- камшавии талафҳои гидравликӣ ва гармӣ дар кубурҳо;
- камшавии талафҳо аз ҳисоби бартарафкунии дросселиронӣ;
- бартарафкунии таъсиrotи гашти холии муҳаррики электрӣ;
- устуворкунии речаи кории таҷҳизот.

Феҳристи адабиёт

1. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод/Под ред. И.Я. Браславского. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с., ил.

2. Дадабаев Ш.Т. Исследования пусковых режимов работы мощных синхронных двигателей насосных агрегатов. Научно-аналитический журнал Научная перспектива №2(60)/2015

3. Дадабаев Ш.Т. Обзор и оценка способов управления насосными установками. // М.: Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013г. №12. 28-30 с., ил.

4. Лезнов Б. С. Экономия электроэнергии в насосных установках. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с., ил.

5. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходушных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с., ил.

6. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.

7. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.



УДК 621

Джураев Д.С.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И СПОСОБЫ ЕГО ЗАЩИТЫ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел.: 92-988-88-99, E-mail: juraev77@mail.ru

Аннотация: В данной статье приведены сведения об отрицательном влиянии электромагнитных волн на жизнедеятельность человека, способы расчета допустимого времени пребывания человека под воздействием электрических полей. Кроме того, приведены методы защиты рабочих от воздействия электромагнитных полей.

Все вещества постоянно распространяют электромагнитные волны. Во время своей жизнедеятельности человек всегда находится в радиусе воздействия электромагнитного поля Земли, которое является приемлемым и не причиняет вреда здоровью человека.

Широкое изучение воздействия электромагнитного излучения на здоровье человека в мире началось еще с 60-ых годов прошлого века. Кроме того, многими учеными было выявлено, что постоянное воздействие электромагнитного поля на человека влияет на резонансные процессы на молекулярном и клеточном уровне в различных органах и системах организма, а также приводят к головным болям, утомляемости, нарушениям сердечно – сосудистой и нервной систем, страдает иммунная система человека. Наиболее подвержены воздействию электромагнитных излучений кровь и глаза, повышается частота онкологических заболеваний и развитие катаракты, увеличивается количество людей, страдающих кожными заболеваниями. В связи с этим, изучение воздействия электромагнитного поля на организм человека представляется весьма актуальным.

Электромагнитное поле представляет собой область пространства, пронизанную энергией, созданной электрически заряженными частицами.

Источникам электромагнитных излучений являются:

- подстанции;
- воздушные линии электропередачи;
- установки индукционного нагрева;



- устройства радиолокации, связи, телевидения и др.

Критерием безопасности для человека, находящегося в электромагнитном поле, являются принятые допустимые напряженность электрического поля E и напряженность магнитного поля H .

Предельно допустимые уровни электрических полей приведены [1].

В соответствии с этими нормативными документами, предельно допустимый уровень электрических полей для полного рабочего дня составляет 5 кВ/м. При напряженностях в интервале более 5 и до 20 кВ/м включительно, допустимое время пребывания определяется по формуле 1:

$$T = (50 : E) - 2, \quad (1)$$

где T – допустимое время пребывания в электрическом поле при соответствующем уровне напряженности, ч;

E – напряженность воздействующего электрического поля в контролируемой зоне, кВ/м.

Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью электромагнитного поля (T_{np}) вычисляют по формуле 2:

$$T_{np} = 8 \cdot (t_{E1} / T_{E1} + t_{E2} / T_{E2} + \dots + t_{En} / T_{En}), \quad (2)$$

где T_{np} - приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в электромагнитном поле нижней границы нормируемой напряженности;

$t_{E1}, t_{E2}, \dots, t_{En}$ - время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью $E1, E2, \dots, En$, ч;

$T_{E1}, T_{E2}, \dots, T_{En}$ - допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч.

В соответствии с [2], в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц, нормируемым параметром электромагнитного поля, является напряжённость E . Согласно этому, на рабочих местах с воздействием электромагнитного поля, максимально допустимая напряженность этого поля в течение всего рабочего дня, не должна превышать нормативных значений, которые приведены в таблице 1. Количество электромагнитной энергии, поглощаемой человеком в момент нахождения его в магнитном поле определяется следующей формулой 3:



$$W_{\text{погл}} = \sigma \cdot S_{\text{эф}}, \quad (3)$$

где: σ – плотность потока мощности излучения электромагнитной энергии, Вт/м²;

$S_{\text{эф}}$ – эффективная поглощающая поверхность тела человека, м².

Таблица 1. Нормы облучения электромагнитными полями ультравысокой и сверхвысокой частоты

Плотность потока мощности энергии σ , Вт/м ²	Допустимое время пребывания в зоне воздействия электромагнитного поля	Примечание
До 0,1	Рабочий день	В остальное рабочее время плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Вт/м ² (при условии пользования защитными очками). В остальное рабочее время плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Вт/м ² .
0,1-1	Не более 2 ч	
1-10	Не более 10 мин	

Если напряженность электромагнитного поля на рабочем месте возрастает более 25 кВ/м или, если требуется большая продолжительность пребывания человека в поле, то в этом случае работы должны производиться с применением средств защиты — экранирующих устройств или костюмов.

В основном, линии электропередачи и другие энергетические установки являются источниками, создающими электромагнитные поля промышленных частот, которые достаточно сильно превышают средний уровень естественных полей. Самая большая напряжённость поля выявлена в местах наибольшего провисания проводов: для ЛЭП-330 кВ – 3,5-5,0 кВ/м, для ЛЭП – 500 кВ – 7,6-8 кВ/м, для ЛЭП-750 кВ – 10,0-15,0 кВ/м. Например, на расстоянии 50 метров от линии электропередачи, напряжённость может иметь показатель – 2,6 кВ/м, на расстоянии 100 метров – 0,21 кВ/м. При напряжённости поля даже в 1000 В/м, создаваемой линией электропередач, электромагнитное поле будет отрицательно воздействовать на живой организм.

Прежде всего, главным принципом защиты человека от электромагнитного поля ЛЭП, является соблюдение и определение границ санитарно-защитных зон.

Для защиты рабочих от воздействия электромагнитных полей промышленной частоты, необходимо осуществлять следующие методы:



- применять средства индивидуальной защиты;
- производить выбор наиболее рациональных режимов работы оборудования;
- необходимо уменьшить время пребывания рабочих в зоне воздействия электромагнитного излучения;
- применять источники электромагнитного излучения как можно с меньшей необходимой для работы мощностью.

В настоящее время наиболее удобным средством защиты человека и приборов от электромагнитных полей являются металлизированные ткани, пришедшие на замену металлическим листам и сеткам. Они нашли широкое применение за рубежом, вследствие высокой эффективности экранирования и технологичности применения, т.к. у многих видов сохраняются текстильные свойства.

Сегодня все ведущие производители металлизированных тканей используют в качестве металлического покрытия никель. Этот металл является ферромагнетиком, благодаря чему хорошо отражает магнитную составляющую электромагнитного излучения. Кроме того, он достаточно хороший проводник электрического тока и обладает высокими антикоррозионными свойствами [3].

Литература

1. СанПиН 2.2.4.1191-03 и ГОСТ 12.1.002-84 государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование российской федерации государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы 2.2.4. физические факторы производственной среды электромагнитные поля в производственных условиях санитарно-эпидемиологические правила и нормативы САНПИН 2.2.4.1191-03 Минздрав России Москва – 2003 г.
https://znaytovar.ru/gost/2/sanpin_224119103_elektromagnit.html
2. ГОСТ 12.1.006–84 ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002 г.
3. <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=969&lvl=04.03.04.02.&p=1>.



УДК 621

Джураев Д.С.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел.: 92-988-88-99, E-mail: juraev77@mail.ru

Таджикистан обладает огромными запасами гидроэнергетических ресурсов, которые оцениваются в 527 млрд. кВт-ч. в год. В техническом плане гидроэнергетические ресурсы Таджикистана имеют хорошие перспективы для развития и состоят из 317 млрд. кВт-ч в год из которых, до настоящего времени, использованы только около 4-5%. По своему гидроэнергетическому потенциалу Таджикистан занимает восьмое место в мире после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады. Основу энергетики Таджикистана на 95 и более процентов составляет гидроэнергетика. Гидроэнергетический потенциал Таджикистана в три раза выше, чем нынешнее потребление электроэнергии по всей Центральной Азии. При эффективном использовании этих ресурсов, регион может быть обеспечен недорогой и экологически чистой электроэнергией. Основной гидроэнергетический потенциал сосредоточен в бассейнах рек Вахш, Пяндж, Аму-Дарья, Сыр-Дарья и Зеравшан [1].

Около 10% населения Таджикистана проживает в горных труднодоступных районах по долинам мелких рек и водотоков вдали от централизованных систем электроснабжения. И, наиболее перспективным, здесь является применение нетрадиционных источников возобновляемой энергии: энергии малых рек, солнечной энергии, геотермальных вод, энергии ветра и биоэнергии. Особенно важно то, что малые водотоки практически равномерно распределены на большей территории Таджикистана и ресурсы их огромны. В настоящее время в республике приоритетными проектами является строительство малых ГЭС, размещенных в непосредственной близости к потребителям, во избежание строительства дорогостоящих линий электропередач.

Предварительные оценки показывают, что на притоках рек в горных регионах республики технически возможно и экономически целесообразно строительство более 900 малых ГЭС, мощностью от 100 до 3000 кВт. По оценкам экспертов, использование энергии малых рек может удовлетворить потребность в электроэнергии около 500-600 тысяч человек, проживающих в отдаленных регионах страны на 50-70%, а в отдельных случаях – на 100%. И



сегодня само население горных регионов активно начинает строить микро- и мини- ГЭС, используя, как собственные средства, так и средства доноров.

Таджикистан обладает потенциалом использования сельскохозяйственных отходов в качестве источника энергии, в частности, биогаза из навоза крупного рогатого скота и помета птиц. Несколько экспериментальных генераторов биогаза в настоящее время работают в Таджикистане. Кроме того, есть потенциал для производства энергии с помощью термохимического метода преобразования биомассы из производственных отходов.

Климат Таджикистана благоприятен для использования солнечной энергии. В республике наблюдается около 280-330 солнечных дней в году. Интенсивность суммарной солнечной радиации в предгорных районах в течение года колеблется от 280 до 925 МДж/м², а в горной местности она достигает величин от 360 до 1120 МДж/м².

Использование солнечной энергии в Таджикистане может удовлетворить около 10-20% спроса на энергоносители. По оценкам специалистов, потенциал солнечной энергии Таджикистана составляет около 25 млрд. кВт*ч / год. Этот потенциал практически не используется, если не учитывать частичное его использование для нагрева воды.

Геотермальные ресурсы в Таджикистане ещё мало изучены. Данные об использовании термальных вод почти отсутствуют, хотя в некоторых районах Таджикистана, например в районе Ходжа-Оби-Гарм они используются в лечебных целях. Наравне с другими ВИЭ, для горных районов Таджикистана может быть перспективным использование термоэлектрических преобразователей для получения электрической энергии, а также использование низкотемпературного потенциала земли и водотоков в тепловых насосах.

Существует небольшой потенциал энергии ветра в Таджикистане, но его использование оправдано лишь в некоторых регионах. Наиболее сильные ветры наблюдаются в горных районах, таких, как ледник Федченко и перевал Анзоб, где ландшафт страны выступает за сближение воздушных потоков, например, в Худжанде и Файзабаде. Среднегодовая скорость ветра в этих регионах составляет около 5-6 м/с. Среднюю скорость ветра в 3-4 м/с можно наблюдать в открытых равнинах и долинах [2].

Использование альтернативных и возобновляемых источников энергии в мире является одной из основных причин инновационного развития в сфере энергетики, что влечёт за собой внедрение новых технологий генерации электроэнергии и тепла, улучшение экологии на планете. Альтернативные источники энергии – это источники непрерывно возобновляемых видов энергии в биосфере Земли. К возобновляемым источникам энергии относят: Солнце,



ветер, биомассу (включая различные отходы), геотермальные источники, малые реки, приливы, волны и т.д.

В республике, в реальных условиях работы солнечной электростанции, проведены испытания системы контроля, регистрации и записи данных на основе микрокомпьютера. Экспериментально исследована работа АСУ для контроля процессов производства, потребления и сбережения энергии в практических условиях эксплуатации солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ). На основе проведенных исследований и полученных экспериментальных результатов, разработан алгоритм программного обеспечения для «умной» солнечной электростанции [3].

Кроме того, разработаны и созданы инновационные технологии производства, потребления и сбережения энергии на основе солнечной, ветровой, био- и геотермальных энергоресурсов.

Для инновационного развития энергетики Таджикистана предлагается внедрение следующих мероприятий:

- сконцентрировать усилия государства, бизнес-сообщества на освоение принципиально новых, конкурентоспособных технологий и продуктов;
- инновационно обновить критически устаревший производственно-технологический парк;
- повысить роль и ответственность государства за выбор и реализацию стратегии по освоению и распространению новых поколений техники и технологий, за эффективность интеграционных процессов, за содействие повышению инновационной активности предпринимателей, ученых, конструкторов, инженеров – всех, кому предстоит принимать на своем уровне решения и реализовывать их в ближайшем будущем.

Список использованной литературы

1. <https://mfa.tj/ru/main/tadzhikistan/energetika>].
2. <https://www.hgu.tj/ru/news/media/item/147.html>
3. http://www.cidsnt.tj/index.php?option=com_content&view=article&id=129&Itemid=175&lang=ru.



УДК 621.316.1

Джураев М.М.*

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

*Магистрант 2-го курса специальности «1-43 01 03 – Электроснабжение»
Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
E-mail: muhsin0799@mail.ru

Электроэнергия является единственным видом продукции, транспортировка которой осуществляется за счёт расхода определённой части самой продукции, то есть потери электроэнергии в элементах электрических сетей, при её передаче неизбежны [1].

Снижение потерь электрической энергии при её передаче и потреблении приводит к энергосбережению и повышению энергетической эффективности работы устройств передачи и преобразования энергии и промышленного оборудования. Поэтому снижение потерь электроэнергии считается всегда актуальным.

В данной работе рассмотрены вопросы снижения потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях города Худжанда, которые делятся на две части: левобережные и правобережные участки.

Проблема снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях левобережного участка города Худжанда является необходимой и своевременной задачей. При анализе данного участка электрической сети выяснилось, что распределительная сеть не подвергалась реконструкции и демонтажу последние 5 лет. Исследования показали, что 20% участков распределительной сети составляет электрические сети напряжением 10 кВ, а 80% – электрические сети напряжением 6 кВ. Необходимым считается ввести меры по снижению потерь электроэнергии на участке сети напряжением 6 кВ.

Расположение трансформаторных подстанций и распределительные линии электропередачи (ЛЭП) напряжением 6 и 10 кВ на участке левобережья города Худжанд представлена на рисунке 1.

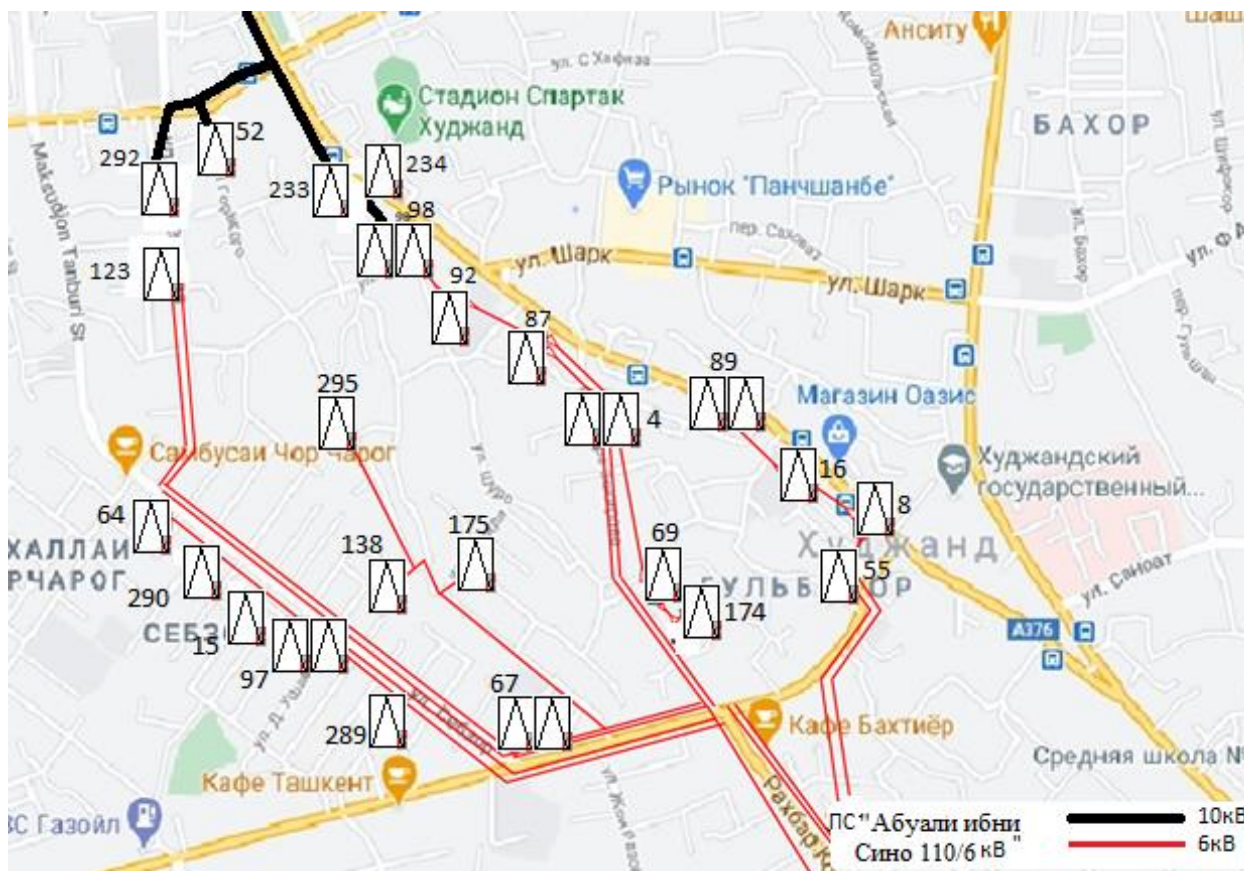


Рис. 1. Расположение распределительной сети 6-10 кВ и трансформаторных подстанций

Согласно [2] мероприятия по снижению потерь электроэнергии разделены на три группы: организационные, технические и мероприятия по совершенствованию системы учёта электрической энергии. Другое деление: на без затратные (не требующие капитальных вложений) и затратные (мало затратные, средне затратные и крупно затратные). По группам решаемых задач вполне уместно разделять мероприятия на такие, которые:

- улучшают (оптимизируют) режимы работы электрических сетей и их оборудования;
- снижают потери за счёт реконструкции электрических сетей и установки нового энергосберегающего оборудования;
- совершенствуют средства и системы учёта и осуществляют профилактику хищений электрической энергии.

К первой группе мероприятий относятся задачи оптимального управления режимами работы электрических сетей, ко второй - задачи реконструкции, модернизации и проектирования, а к третьей группе - задачи



совершенствования способов и средств учёта электрической энергии, на основе внедрения автоматизированных информационно-измерительных систем.

В настоящее время средства учёта электроэнергии в исследуемом участке электрической сети города Худжанда полностью обновлены и соответствуют предъявляемым требованиям. Во всех узлах распределительной сети города Худжанда установлены электронные устройства для учёта расхода электроэнергии (счётчики), а для передачи электроэнергии в сети 0,4 кВ использованы СИП провода. Эти современные средства учёта электрической энергии реализованы на базе старой распределительной сети. Разработка распределительной сети с учётом мероприятий по снижению потерь электроэнергии в рассматриваемом участке является актуальной задачей.

В целях снижения потерь электроэнергии на этом участке и создания типовой идеальной сети предлагаются следующие мероприятия:

– перевод действующих линий с 6 кВ на 10 кВ с использованием существующих кабельных линий, проводов и соответствующего оборудования или с прокладкой новых линий и заменой оборудования;

– усиление элементов действующей сети путём прокладки новых и дополнительных линий, а также замены проводов и кабелей меньшего сечения проводами и кабелями большего сечения [4];

– проведение работы по компенсации реактивных нагрузок с устранением излишних перетоков реактивной мощности в электрических сетях;

– переход на замкнутые сети 0.4 кВ;

– установление оптимальных точек разрыва в замкнутых распределительных сетях;

– уменьшение числа отключений линий или участков линий на ремонт; сокращение времени, необходимого для проведения ремонта;

– устранение неравномерной загрузки фаз распределительных сетей с достижением практической симметрии нагрузок по фазам [3].

Расчёт эффективности внедрения вышеуказанных мероприятий производится согласно выражению:

$$\Delta \mathcal{E}_c = \Delta P_\phi \cdot T_c = 70,5 \cdot 6500 = 458475,5 \text{ кВт} \cdot \text{час.} \quad (1)$$

где: $\Delta \mathcal{E}_c$ -экономии электроэнергии за год, кВт;

ΔP_ϕ -экономленная электроэнергия при внедрении мероприятий, кВт;

T_c - рабочее время максимальной сетевой нагрузки в год (6500 часов) [2].



Годовой доход от внедрения предложенной схемы распределительной сети согласно [2]:

$$C = \Delta \mathcal{E}_c \cdot C_0 = 458475,5 \cdot 0,2651 = 121,5 \text{ тыс. сомони/год.} \quad (2)$$

где: $\Delta \mathcal{E}_c$ – энергосбережение в году, кВт;

C_0 – стоимость 1 кВт·час электроэнергии (0,2651 сомони для населения).

Таким образом, экономический эффект от внедрения усовершенствованной распределительной сети составляет 121,5 тыс. сомони в год. Необходимо отметить, что данная эффективность рассчитана с учётом перевода распределительной сети с 6 кВ на 10 кВ и увеличения единичной мощности силовых трансформаторов.

Заклучение. Исследование показали, что на левобережном участке города Худжанда эксплуатируются распределительные сети различного класса напряжений (20% участков распределительной сети составляет электрические сети напряжением 10 кВ, а 80% – электрические сети напряжением 6 кВ) Расчёт экономической эффективности от внедрения усовершенствованной распределительной сети составляет 121,5 тыс. сомони в год. Внедрение мероприятий по снижению потерь электроэнергии, на практике обеспечивает высокую экономическую эффективность эксплуатации системы электроснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахимов, О. С. Моделирование низковольтных сельских электрических сетей 10/0,4 кВ / О. С. Рахимов, Д. Н. Мирзоев // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2018. – № 4(9). – С. 37-42. – EDN FHEINT.
2. Лыкин А.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях: учебное пособие / Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 115 с.
3. Козлов В. А. Электроснабжение городов. – Л.: Энергия, 1977. – 280 с.
4. Козлов В. А. Городские распределительные электрические сети. – М.: Энергия, 1982. – 215 с.



УДК 621.314

Долматов Е.Н., Суворов А.А., Мухаметжанов Р.Н.

ВНЕДРЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

E-mail: artyom.suvorov01@mail.ru

Науч. рук. доц. Мухаметжанов Р.Н.

Аннотация. Данная работа основывается на анализе научных источников и раскрывает проблему внедрения волоконно-оптических преобразователей в электроэнергетической сфере Республики Татарстан. В статье приводится краткая информация о наблюдающейся в стране и в рассматриваемом регионе цифровой трансформации энергетики, перечисляются ключевые преимущества оптических измерительных трансформаторов и представляется опыт их установки, эксплуатации в обозначенном субъекте РФ.

Ключевые слова: электроэнергетика, измерительные устройства, оптические преобразователи, трансформатор тока, трансформатор напряжения, Татарстан.

Сегодня как никогда ранее актуализируется проблема необходимости развития цифровых подстанций, где многие элементы традиционной электроэнергетики заменены современными инновационными аналогами. Такое положение дел наблюдается во многих субъектах РФ, в том числе в Республике Татарстан, и для таких важных составляющих подстанций данного региона как измерительные преобразователи – трансформаторы тока и напряжения, что требует более детального и подробного рассмотрения в рамках настоящей работы.

Развивающаяся сейчас цифровая эпоха затронула многие сектора экономики нашего государства, включая такую критически важную сферу как энергетика. В Российской Федерации существует ведомственный проект под названием «Цифровая энергетика», который создан в рамках цифровой трансформации большого количества отраслей топливно-энергетического комплекса. Данный проект подразумевает создание определенных условий для внедрения в отечественную энергетику цифровых технологий и платформенных решений, которые соответствуют приоритетам, обозначенным В.В. Путиным и положению национальной программы «Цифровая экономика РФ». Данный проект направлен и на преобразование электроэнергетической



инфраструктуры с целью повышения эффективности, безопасности эксплуатации ее объектов [1].

В последнее время современные исследователи проблем развития отечественных интеллектуальных сетей электроснабжения Smart Grid и внедрения в электроэнергетику РФ цифровых подстанций подчеркивают важность и неизбежность замены традиционных систем измерения на цифровые [2]. Это становится причиной активного распространения и внедрения измерительных оптических трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН). Последние относятся к преобразовательным устройствам и в научной литературе часто упоминаются под названием ОПТН (оптические преобразователи тока и напряжения). Данные устройства отличаются от традиционных аналогов рядом особенностей и функций. Как правило, оптические преобразователи характеризуются наличием существенных преимуществ, которые отсутствуют у классических газовых, масляных, электромагнитных и др. измерительных трансформаторов. Характерные достоинства оптических трансформаторов тока и напряжения представлены на рисунке 1 [3, 4].



Рис. 1. Преимущества оптических преобразователей

Отечественная электроэнергетика, в отличие от зарубежной, пока еще находится на пути пилотных внедрений умных технологий и цифровых решений. Ожидается, что в ближайшие десять лет потребление электрической энергии в России вырастет на двадцать пять процентов, что, по мнению исследователей, вполне естественно приведет к ускорению развития концепции Smart Grid и внедрению цифровых подстанций [1].



Согласно тезисам экспертов, энергетическая система Республики Татарстан в нашей стране традиционно выступает в качестве полигона для отработки современной технико-технологической базы, проверки эффективности и безопасности соответствующего электроэнергетического оборудования [5], среди которых особую роль играют оптические преобразователи тока, напряжения. Здесь важно упомянуть проекты под названием «Региональная интеллектуальная электрическая сеть» от ОАО «Сетевая компания», «Цифровой учет электроэнергии», «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Татарстан». Данные проекты еще до санкционных мероприятий реализовывались и реализуется совместно с отечественными компаниями-производителями электротехнических устройств. Генподрядчиком проектов по установке оптических преобразователей в регионе является инжиниринговая компания Р.В.С., которая использует в качестве измерительных преобразователей волоконно-оптические датчики тока и напряжения производства ЗАО «Профтек» [6].

Некоторые составляющие Smart Grid начали внедрять в обозначенном регионе еще в самом начале двадцать первого столетия. К 2013 году на подстанциях ОАО «Сетевая компания» было установлено свыше двух тысяч комплектов микропроцессорных систем РЗ и ПА. Так, в эксплуатацию на подстанции «Киндери» и «Бугульма» ранее всех в Республике были введены комплексы ПА с системой мониторинга и сбора информации о произошедших авариях. Согласно данным исследователей, на иных ПС региона напряжением от 35 до 500 киловольт к тому же году с целью повышения показателей эффективности контроля и учета потребления электроэнергии было установлено более пяти тысяч интеллектуальных счетчиков типа АСКУЭ.

Стоит отметить тот факт, что в электроэнергетической сфере Татарстана по сей день наблюдаются процессы ввода в эксплуатацию интегрирующей корпоративной платформы «Пирамида», которая представляет собой информационно-измерительную систему на базе соответствующего ПО для учета электрической энергии. Распространение в регионе данной платформы является знаковым этапом для отечественной энергетики в целом, поскольку позволяет значительно ускорить развитие концепции Smart Grid. Во многом такое положение дел возможно благодаря внедрению рассматриваемых в данной работе оптических преобразователей. Так, на ПС «Магистральная» 220 кВ в Казани по стандарту МЭК 61850 установлены и смонтированы волоконно-оптические преобразователи тока и напряжения, а также шкафы управления, инновационные приборы учета, устройства сбора и передачи информации, коммутирующие устройства. Наладочные испытания оптических



преобразователей, установленных в целях развития цифровых автоматизированных систем учета электрической энергии на присоединении КВЛ 110 кВ «Магистральная — Казанка» ПС 220 кВ «Магистральная» были проведены еще девять лет назад. Тогда же последние были приняты в опытную эксплуатацию, минимальный срок которой для ОПТН составляет около девяти месяцев. Упомянутые волоконно-оптические преобразователи с современной системой учета интегрированы в Республике в платформу «Пирамида».

Важно подчеркнуть, что энергетики региона внедряют интеллектуальные электроэнергетические решения с применением оптических преобразователей не только в столице Татарстана, но и в небольших населенных пунктах. Так, свыше четырехсот соответствующих систем учета электроэнергии с технологией PLC установлены в поселке Офицеров.

Несмотря на инновационность обозначенных технологий и актуальность реализации мероприятий по их распространению, внедрение ОПТН в Республике Татарстан не везде и не всегда оказывается целесообразным. Так, опыт установки умных систем учета с новыми преобразователями в Чистопольских, Приволжских и Бугульминских сетях в общей совокупности показывает низкий срок окупаемости вложенных финансовых средств. Однако в регионе к 2025 году все же планируется установка до миллиона умных счетчиков электричества [7, 8].

Специалисты «Сетевой компании» утверждают, что со временем многие подстанции Республики Татарстан перейдут от эксплуатации традиционного измерительного оборудования к современному – цифровому и волоконно-оптическому, поскольку наблюдающийся в стране энергетический переход является частью более масштабного и неизбежного процесса цифровизации всей мировой экономики [9].

Сегодня перед энергетиками России стоит задача существенного увеличения пропускной способности линий и снижения потерь, наблюдающихся в электросетях всех классов напряжения. В этом контексте Татарстан не является исключением и в настоящее время рассматривает пути и меры оптимизации капитальных вложений в развитие электроэнергетики. Оптические преобразователи в данном процессе продолжают выступать в качестве важнейшего элемента цифровизации энергетики региона [10].

Источники

1. Брагина Т.А., Зубарева Л.В. Цифровая трансформация топливно-энергетического комплекса России // Актуальные вопросы современной науки и практики. – 2022. – № 1. – С. 39-42.



2. Рахматуллин С.С. Современные решения обеспечения кибербезопасности интеллектуальных электроэнергетических систем // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы V Международной научно-практической конференции. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 156-158.

3. Маргаринт А.О. Применение оптических трансформаторов тока и напряжения на цифровой подстанции // Молодежь и наука: шаг к успеху. – 2022. – № 2. – С. 335-336.

4. Киселёв Г.Ю., Соколов Д.С., Полуянова М.С. Измерительные волоконно-оптические трансформаторы тока и напряжения // Вестник современных исследований. – 2018. – № 5. – С. 473-474.

5. Сазгетдинов М.И., Сафаров И.М., Сазгетдинов И.Г. Цифровая энергетика и система автоматического управления цифровой энергией в республике Татарстан // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 11. – С. 83-85.

6. Зиганшин А.Г., Михеев Г.М. Цифровизация системы учёта электроэнергии // Вестник Чувашского университета. – 2020. – № 3. – С. 74-83.

7. Татарстан строит «умные» электросети. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2377465?ysclid=lbjwucdcro385384122> (дата обращения: 07.12.22).

8. Татарстан переходит на «умные счётчики». URL: <https://rt-online.ru/tatarstan-perehodit-na-umnye-schyotchiki/?ysclid=lbj1ovcam6753115528> (дата обращения: 08.12.22).

9. Гиздетдинова А.И., Алтынбаева Э.Р. Цифровизация в энергетической отрасли // Научный альманах. – 2020. – № 4. – С. 24-26.

10. Юсупова И.В., Селезнев Д.К., Арзамасова А.Г. Основные направления развития энергетики Республики Татарстан в контексте реализации стратегических и программных документов развития отрасли // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике». – 2022. – С. 296-306.



УДК 621.311

Ибатуллин Э.Э.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Тел: 89047155818; E-mail: ibatullinedick@yandex.ru

Введение

В современных условиях развития России особое внимание уделяется повышению точности процессов прогнозирования электропотребления. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, кризис в экономике и, особенно, энергетических отраслях, отрицательно влияет на эффективность функционирования оборудования промышленных комплексов. При этом характерно, что наблюдается взаимосвязь между таким важнейшим показателем эффективности работы электротехнических систем, как потери электроэнергии и кризисных явлениях во всех странах, независимо от уровня их развития. Объясняется это процессами ослабления контроля электропотребления в данные периоды нестабильности экономики при, соответственно, требующих совершенствования методов управления энергетическими комплексами [1-3]. Также в данных условиях наблюдается снижение платежеспособности существенной части электропотребителей и промышленных объектов.

Материалы и методы

Для прогнозирования электропотребления предлагается использовать величину эквивалентного сопротивления рассматриваемой схемы. Как правило, схемы подразделяются на 2 типа (рис.1).

Первый тип – рис.1 а) – одиночная линия с точкой присоединений источников питания и точкой присоединения потребителей. Для такой схемы характерно распределение токов нагрузки по элементам пропорционально величинам их сопротивлений. Данную схему можно представить как простейшую, имеющую один элемент – эквивалентное физическое сопротивление - $R_{\text{экв}}^{\phi}$.

Определим потери электроэнергии для исследуемой схемы



$$W_{сх} = 3R_{э\text{кв}}^{\phi} \sum_{t=1}^{T_p} I_{i\text{нг}}^2 = 3R_{э\text{кв}}^{\phi} \cdot I_{ср.нг}^2 \cdot K_{граф} \cdot T_p, \quad (1)$$

где $I_{i\text{нг}}^2$ - ток на интервалах графика нагрузки; T_p - интервал времени расчета, ч; t - интервал времени изменения токов графика, ч; $I_{ср.нг}$ - среднее значение тока, А; $K_{граф}$ - значение коэффициента графиков, показывающее соотношение значений суммы квадратов токов (мощностей) переменного графика и значений суммы средних токов (мощностей). Или, другими словами, соотношение потерь электроэнергии при работе нагрузки по переменному и равномерному графикам.

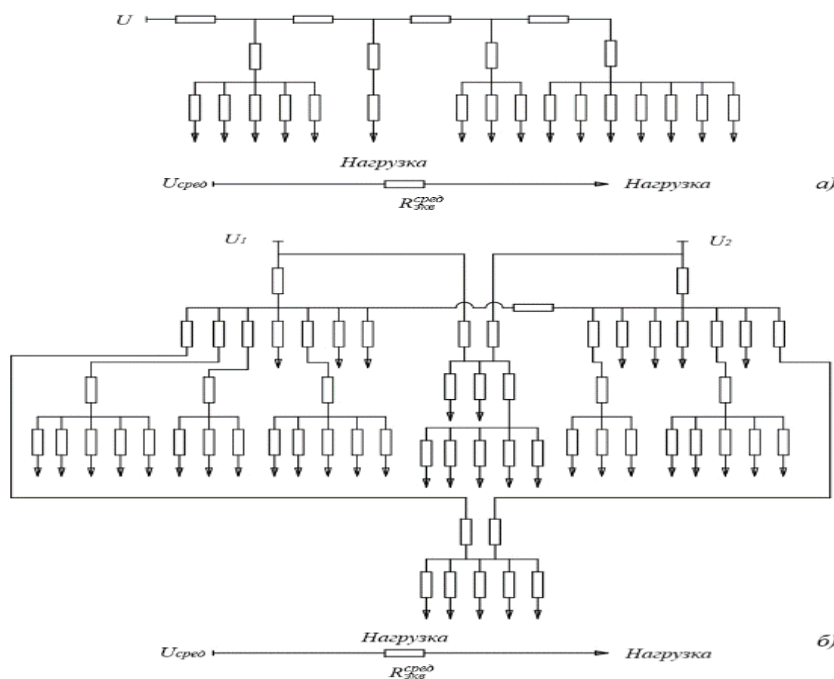


Рис. 1. Примеры используемых схем для электроснабжения

$$K_{граф} = \frac{R_{э\text{кв}}}{R_{э\text{кв}}^{\phi}} \quad (2)$$

отсюда

$$R_{э\text{кв}}^{\text{сред}} = K_{граф} \cdot R_{э\text{кв}}^{\phi} \quad (3)$$

Определим $I_{ср.нг}^2$ и $R_{э\text{кв}}^{\text{сред}}$

$$I_{ср.нг}^2 = \frac{W^2}{\left(\sqrt{3} \cdot U_{ср.д} \cdot \cos \varphi_{ср.д} \cdot T_p\right)^2} \quad (4)$$



$$R_{\text{экв}}^{\text{сред}} = \frac{W \cdot U_{\text{сред}}^2 \cdot \cos^2 \varphi_{\text{сред}}}{P_{\text{сред}}^2 \cdot T_p}, \quad (5)$$

где W - отпуск электроэнергии в сеть, $MВт \cdot ч$; $P_{\text{сред}}$ - величина средней мощности нагрузки, $MВт$; ΔW - потери электроэнергии, $MВт \cdot ч$; $U_{\text{сред}}$ - среднее напряжение сети, $кВ$; $\cos \varphi_{\text{сред}}$ - среднее значение коэффициента мощности нагрузки.

Второй тип схем – сюда относятся схемы с несколькими точками питания и присоединений нагрузки (рис. 1 б). Для схемы 2 характерным является зависимость токов нагрузок от расположения узлов питания, места присоединений и мощности нагрузки и, в меньшей степени – от сопротивлений участков сети. Для уточнения параметров схем второго типа необходимо дополнить вычисления коэффициентом топологии - $K_{\text{мон}}$, который показывает соотношение потерь мощности (электроэнергии) при заданном расположении нагрузок и распределении нагрузок в соответствии с сопротивлением каждого из рассматриваемых элементов при $K_{\text{мон}} = 1$ (аналогично короткому замыканию на конце каждого ответвления).

Тогда значение среднего эквивалентного сопротивления по (5) определится

$$R_{\text{экв}}^{\text{сред}} = R_{\text{экв}}^{\phi} \cdot K_{\text{граф}} \cdot K_{\text{мон}} \quad (6)$$

$K_{\text{мон}} = 1$ для схемы 1 (рис.1 а), так как протекающие токи по участкам схемы распределяются в соответствии со значениями их сопротивлений и, при постоянной величине передаваемой электроэнергии (равномерный график нагрузки), справедливы соотношения

$$K_{\text{мон}} = K_{\text{граф}} = 1 \quad (7)$$
$$R_{\text{экв}}^{\text{сред}} = R_{\text{экв}}^{\phi}$$

Простейшим видом схемы 2 является схема распределительного щита с одной точкой питания и несколькими точками присоединенных нагрузок.

Определим в фиксированный момент времени величину суммы потерь мощности для каждого участка схемы 2 и разделим полученное значение на величину квадрата тока головного участка $I_{2, \text{уч}}^2$ (или, другими словами, на величину квадрата суммы токов участков схемы).

В результате получено значение эквивалентного сопротивления схемы 2 с учетом $K_{\text{мон}}$ в фиксированный момент времени без учета $K_{\text{граф}}$.



$$R_{экр} = R_{экр}^{\phi} \cdot K_{мон} = \frac{\sum_{i=1}^n I \cdot I_{ip}^2 \cdot R_i}{I_{г.уч}^2} \quad (8)$$

где I_{ip} - рабочий ток i -ого элемента (участка, отпайки); n - число участков схемы; R_i - сопротивление i -ого участка схемы; $I_{г.уч}$ - ток головного участка схемы; $R_{экр}^{\phi}$ определяется по (9) для схем радиальной топологии и (10) - магистральной топологии.

$$R_{экр}^{\phi} = \frac{\sum_{i=0}^n R_{i20} \cdot l_{icx} \left[1 + \alpha \cdot (\theta_{инпов} - 20) \right] + \sum_{i=1}^m R_{i,ан}}{n}, \quad (9)$$

где R_{i20} - значение удельного сопротивления одного метра i -ой линии схемы при температуре 20°C , мОм/м ; l_{icx} - длина i -ой линии схемы, м ; $\theta_{инпов}$ - значение температуры проводника i -ой линии, определяемое её токовой нагрузкой и температурой окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$; $R_{i,ан}$ - значение сопротивления контактов электрических аппаратов на линии, мОм ; n - число аппаратов i -ой участка схемы; α - значение температурного коэффициента увеличения сопротивления материала проводника, $1/^{\circ}\text{C}$.

Для схемы магистральной топологии, выполненной распределительным шинопроводом с распределенной нагрузкой

$$R_{экр.шд}^{\phi} = \left[R_{0шд20} \cdot l_{шд} \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{1}{n} \right) \left(2 + \frac{1}{n} \right) \right] \cdot \left[1 + \alpha_{шд} (\theta_{шд} - 20) \right] + \quad (10)$$

$$+ \frac{R_{20} \cdot l_{нр.омс}}{n} \cdot \left[1 + \alpha_{нр.омс} (\theta_{нр.омс} - 20) \right] + \frac{\sum_{i=1}^K R_{i,ан}}{n}$$

где $l_{шд}$ - значение длины распределительного шинопровода, м ; $R_{0шд20}$ - сопротивление одного метра распределительного шинопровода при температуре 20°C ; n - число электроприемников, питающихся от распределительного шинопровода; R_{20} - сопротивление одного метра провода ответвления от шинопровода при температуре 20°C , мОм/м ; $\theta_{шд}$ - значение температуры шинопровода, $^{\circ}\text{C}$; $\theta_{нр.омс}$ - значение температуры токопроводящей жилы ответвления, $^{\circ}\text{C}$; $l_{нр.омс}$ - длина провода ответвления, м ; $\alpha_{нр.омс}$ - значение температурного коэффициента увеличения сопротивления материала провода ответвления, $1/^{\circ}\text{C}$; $\alpha_{шд}$ - значение температурного коэффициента увеличения сопротивления материала распределительного шинопровода, $1/^{\circ}\text{C}$; $\sum_{i=1}^K R_{i,ан}$ - сумма сопротивлений контактов коммутационных аппаратов установленных на одном



ответвлении, mOm ; K - количество низковольтных коммутационных аппаратов на одном ответвлении.

Результаты расчета $R_{экв}$ и $R_{экв}^{\phi}$ с учетом компонок оборудования распределена и технических параметров – числа ответвлений, температуры нагревания токопроводящих жил, температуры окружающей среды даны в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчета $R_{экв}$ и $R_{экв}^{\phi}$

Номер опыта №	Средний длительно допустимый ток $I_{доп.сред.}, A$	Среднее значение длины провода ответвления $l_{ср.отв.}, M$	Число ответвлений n	Среднее значение коэффициента загрузки линий, K_3	Температура окружающей среды	$R_{экв}$	$K_{топ}$	$R_{экв}^{\phi}$	$K_{топ}^{\phi}$
1	20,50	16,5	16	0,460	20	22,10	1,10	14,11	0,70
2	20,60	16,6	14	0,480	20	24,20	1,04	15,62	0,65
3	20,80	16,3	12	0,500	20	26,40	1,02	17,05	0,64
4	21,20	15,8	10	0,550	20	30,60	1,08	19,80	0,70
5	21,8	15,9	8	0,600	20	35,50	1,04	23,10	0,74

Заклучение

В результате исследований установлено, что для повышения достоверности параметров электропотребления на промышленных предприятиях возможно применение величины эквивалентного сопротивления схемы сети. При этом предлагается в качестве корректирующей величины эквивалентного сопротивления использовать коэффициент изменения эквивалентного сопротивления для исследуемой схемы, показывающий динамику $R_{экв}^{сред}$ за рассматриваемые интервалы времени. Однако, следует отметить, что значение данного коэффициента для временного интервала прогнозирования может отличаться от ретроспективных значений. Уменьшение величины эквивалентного сопротивления схемы возможно в случаях замены электрооборудования и отработавших ресурсы электрических аппаратов, а также внедрения мероприятий по энергосбережению, направленных на уменьшение уровня потерь электроэнергии.

Предлагаемый алгоритм позволяет повысить эффективность прогнозирования расходов электроэнергии и оценки потерь электроэнергии в среднесрочной перспективе.



Литература

1. Грачева Е.И., Шакурова З.М., Абдуллазянов Р.Э. Сравнительный анализ наиболее распространенных детерминированных методов определения потерь электроэнергии в цеховых сетях//Проблемы энергетики. 2019. № 5. С. 87-96
2. Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутривзаводского электроснабжения//Проблемы энергетики. 2020. № 2. С.65-74.
3. Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутривзаводского электроснабжения//Проблемы энергетики. 2021. № 1. С.3-104.
4. Сафин А.Р., Хуснутдинов Р.Р., Копылов А.М., Максимов В.В., Цветков А.Н., Гибадуллин Р.Р., Петров Т.И. Разработка метода топологической оптимизации электрических машин на основе генетического алгоритма//Вестник КГЭУ. 2018. №4(40). С.77-85.
5. Петров Т.И. Модификация генетического алгоритма для комплексной топологической оптимизации ротора синхронных двигателей//Проблемы энергетики. 2021. том 23. №3. С.70-79
6. Хошимов Ф.А., Рахманов И.У. Методы расчета прогнозных значений норм удельного электропотребления на предприятиях с меняющейся величиной потребляемой мощности//Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 10(91). С.28-31.
7. Иноятов Ж.А.У. Анализ существующих методов исследования по учёту расхода электроэнергии//Цифровая наука. 2021. №4. С.17-21.
8. Галстян Р.А., Удовидченко А.А., Смагин К.А., Антонов М.А., Бородин Д.П. Анализ потерь электроэнергии при сезонных изменениях нагрузок//Молодой исследователь Дона. 2020. №1(22). С.19-23.
9. Савина Н.В., Гамолин В.А., Мясоедова Л.А. Интеллектуализация учета электроэнергии как инструмент снижения потерь электроэнергии//Вестник АмГУ. 2021. Выпуск 93. С.51-56.
10. Подвальный С.Л., Лихотин М.А., Михайлузов А.В., Донских А.К. Использование рекуррентных сетей для прогнозирования потребления электроэнергии//Вестник Воронежского государственного технического университета. 2022. Т.18. №3. С.45-50.



УДК 621.311

Исмоилов И.И.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

Вопрос о энергоэффективности был и остается одним из приоритетных направлений в экономике Таджикистана. Актуальность энергосбережения и повышение энергетической эффективности зданий обусловлена высокими затратами и постоянным ростом тарифов на энергоресурсы. Высокий износ общественных зданий, недостаточная осведомленность работников бюджетной сферы о возможностях энергосбережения, отсутствие реальных стимулов у руководителей организаций к повышению энергетической эффективности - факторы, свидетельствующие о реальных преградах внедрения программ энергосбережения.

На сегодняшний день, выделяют несколько проблем [1], ограничивающие проведение энергосберегающих мероприятий в сфере городского хозяйства:

- не достаточно реализована нормативно-правовая база по эксплуатации приборов учета;
- отсутствие стимулов к экономии энергоресурсов;
- нехватка необходимого количества квалифицированного инженерно-технического персонала на уровне научно-технических исследований, проектирования и эксплуатации систем теплоснабжения;
- отсутствие закона о теплоснабжении и правил пользования электрической энергией, что создает массу вопросов, конфликтов между поставщиками тепловой энергии и потребителями;
- нехватка финансирования, для внедрения энергосберегающих мероприятий;
- отсутствие организационно - правовой базы для притока инвестиций в энергосберегающие проекты;
- отсутствие экономических и финансовых механизмов, которые должны быть ориентированы на поддержание и развитие процесса энергосбережения, и во внедрении энергоэффективных проектов в сфере городского хозяйства.

В настоящее время, потенциал в сфере энергосбережения в Таджикистане составляет около 400 млн. у.е. Бюджетные организации используют около 20% от всего энергопотребления в стране. За счет проведения мероприятий по повышению энергоэффективности в зданиях бюджетной сферы может быть сэкономлено



примерно 100 тыс. сомони в год. Энергосбережение образовательных учреждений является актуальным направлением в экономике, поскольку расходы на энергоресурсы ежегодно возрастают на 15-20%.

Затраты на энергетические ресурсы ИЭФ составляют существенную часть расходов учреждения.

При обследовании систем электроснабжения необходимо ознакомиться с проектно-технической документацией, схемами электроснабжения.

В ходе обследования выполняются, как правило, следующие работы:

- визуальное обследование состояния электроприемников;
- выявление дефектов, повреждений, нарушений в процессе эксплуатации;
- сведения о потреблении электроэнергии на освещение и питание техники; определение количества и типов электроприемников, режим их работы.

В факультете установлены приборы учета электроэнергии - трехфазный электросчетчик ЦЭ-6803В.

Данные о количестве потребляемой электроэнергии и ее распределении в факультете приведены в таблице 1, а на рис. 1 приведён график распределения электроэнергии по годам.

Таблица 1 – Сведения о потреблении электроэнергии

Ед.изм.	2011	2012	2013	2014	2015
Тыс.кВт·ч	57,58	75,85	87,5	93,54	91,36

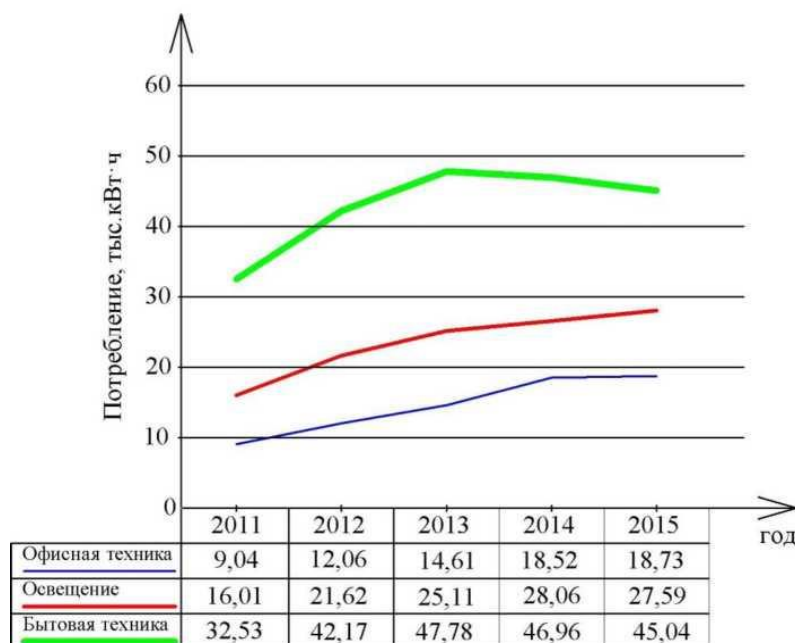


Рисунок 1 – График распределения потребления электроэнергии по годам



Данные о количестве потребляемой электроэнергии и ее распределении в факультете приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение потребления электроэнергии в 2016 г.

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Процентное соотношение
Система освещения	кВт·ч	27628,4	30,2%
Бытовая и офисная техника	кВт·ч	63731,6	69,8%

Из таблицы 2 видно, что основную долю в структуре потребления электроэнергии занимает офисная и бытовая техника.

Для внедрения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности в системе освещения, необходимо определение степени использования естественного освещения и оснащенность эффективными источниками искусственного освещения, использование новых технологий его регулирования. При выборе типа и количества ламп и светильников регламентируются нормативными документами по освещенности, стоимостной составляющей, а энергоэффективностью как правило пренебрегают. Наиболее энергоэффективными, на сегодняшний день, считаются светодиодные (СД или LED), натриевые высокого давления (ДНаТ), металлогалогенные (ДРИ) и люминесцентные (ЛБ) лампы, встроенные в современные светильники.

Как показывает практика, люминесцентные лампы в течение заявленного срока эксплуатации теряют до 35% своей излучающей способности, при этом потребляемая мощность увеличивается до 5%.

В аудиториях и учебных помещениях целесообразно применять датчики присутствия с функцией мониторинга освещенности естественным светом.

Список использованных источников:

1. Нурахов, Н.Н. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий / Н.Н. Нурахов. - Москва: ФГБУ ИПК, 2010. – 51 с.



УДК 621.31

Казка М.В., Маклецов А.М., Лыу Куок Кыонг

СИММЕТРИРОВАНИЕ ФАЗНЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ 0,4 КВ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
Тел: 8 (960) 086-17-70; E-mail: nesnakomec97@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена проблема симметрирования нагрузки сети 0,4 кВ. Рассмотрен вариант симметрирования с использованием симметрирующих трансформаторов.

Ключевые слова: Несимметрия, симметрирующий трансформатор, самосимметрирование, фазные токи, фазные напряжения, ток нулевого провода.

Электрические сети напряжением 0,4 кВ характеризуются значительным количеством однофазных нагрузок, которые определяют несимметрию фазных токов. При этом коэффициенты несимметрии токов по обратной и нулевой последовательности достигают величины 30% [1]. На рис. 1 представлены результаты измерения фазных токов и тока нулевого провода в начале ЛЭП 0,4 кВ. Несимметрия нагрузок вызывает дополнительные потери электроэнергии в электрической сети, ухудшает показатели качества электроэнергии.



Рис. 1. Токи фаз ЛЭП 0,4 кВ



В настоящее время для снижения потерь электроэнергии из-за несимметрии фазных нагрузок и обеспечения ее качества в электросетевых предприятиях применяется «ручное» переключение нагрузок с одних фаз на другие. Предлагаются варианты программной оптимизации таких переключений [2]. Однако симметрирование нагрузок путем переключения их на разные фазы кардинально не решает проблемы по следующим причинам:

- из-за изменения несимметрии во времени;
- из-за ступенчатого изменения нагрузок фаз при симметрировании.

Известные контактные переключающие устройства [3] также не находят широкого применения.

Симметрирование сети с помощью трансформаторов типа ТМГсу [4] решает проблему лишь частично.

Поэтому актуальным оказывается вопрос автоматического самосимметрирования сетей 0,4 кВ с помощью трансформаторного оборудования, например:

- Трансформаторы ТСТ Тульского завода трансформаторов;
- Токовые балансеры финской фирмы ENSTO;
- Трансформаторы 3UI немецкой фирмы BLOCK.

Из указанного выше оборудования только трансформаторы BLOCK 3UI [5] обладают 100-процентным автоматическим симметрированием при любой степени несимметрии. На рис. 2 приведены схема соединения обмоток и векторная диаграмма напряжений обмоток стороны 0,23 кВ трансформатора 3UI. Каждая фазная обмотка этой стороны рассчитана на 0,115 кВ. Однако, в схеме разомкнутого треугольника обмотка фазы В включена встречно и действующее значение $U_{ac} = 0,23$ кВ.

Представленный на рис. 2 симметрирующий трансформатор позволяет симметрично грузить трехфазную сеть однофазными нагрузками.

На рис. 3 приведена возможная схема симметрирования однофазных нагрузок, распределенных вдоль ЛЭП 0,4 кВ. Схема предполагает наличие такого трансформатора в каждой точке отпуска электроэнергии – опоре ЛЭП, на которой осуществляется подключение потребителей. При этом представляется целесообразным применение симметрирующих трансформаторов с разными коэффициентами трансформации, и в конце ЛЭП устанавливать трансформаторы с несколько меньшим коэффициентом трансформации в целях обеспечения требуемого качества электроэнергии.

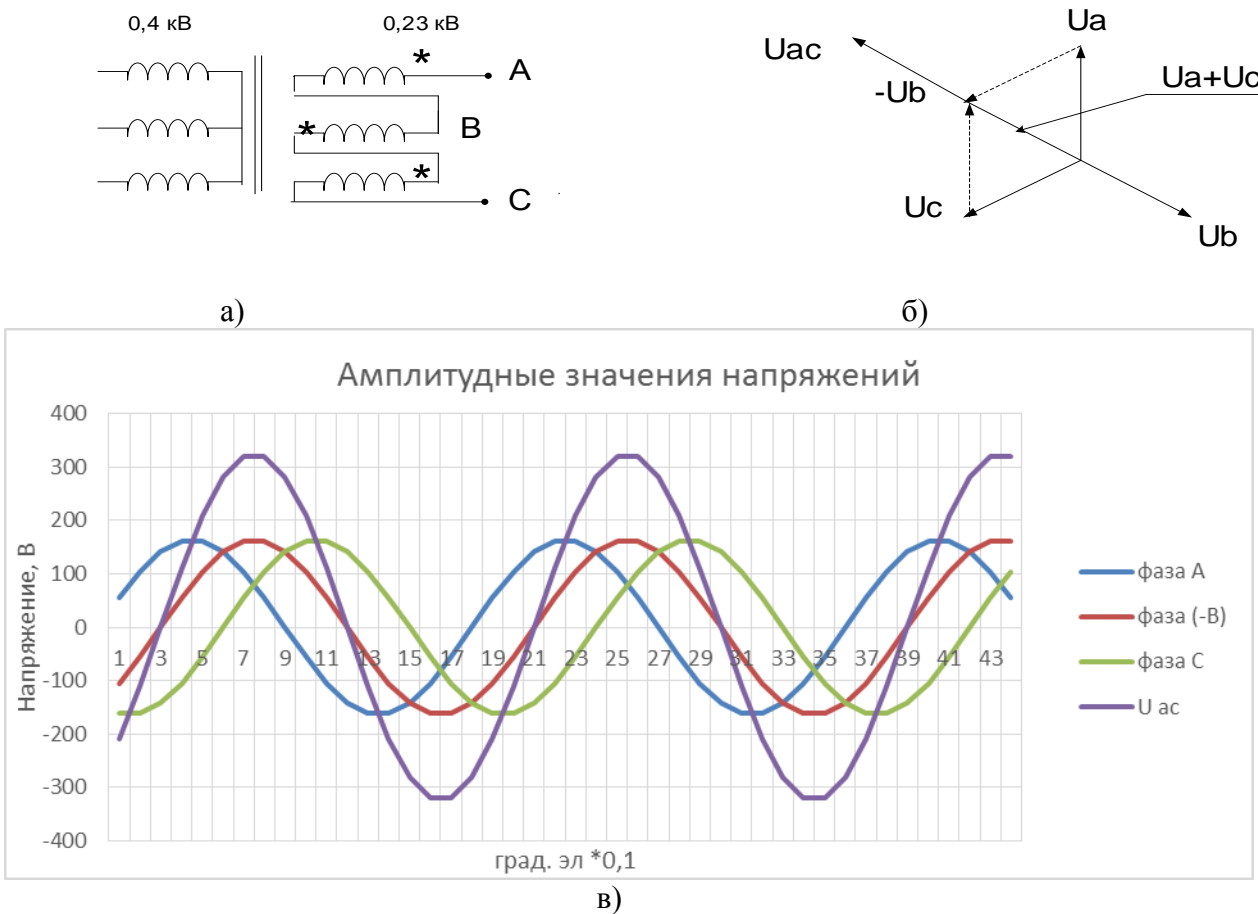


Рис. 2. Симметрирующий трансформатор. а) – принципиальная схема; б) -векторная диаграмма; в)- амплитудные значения напряжений.

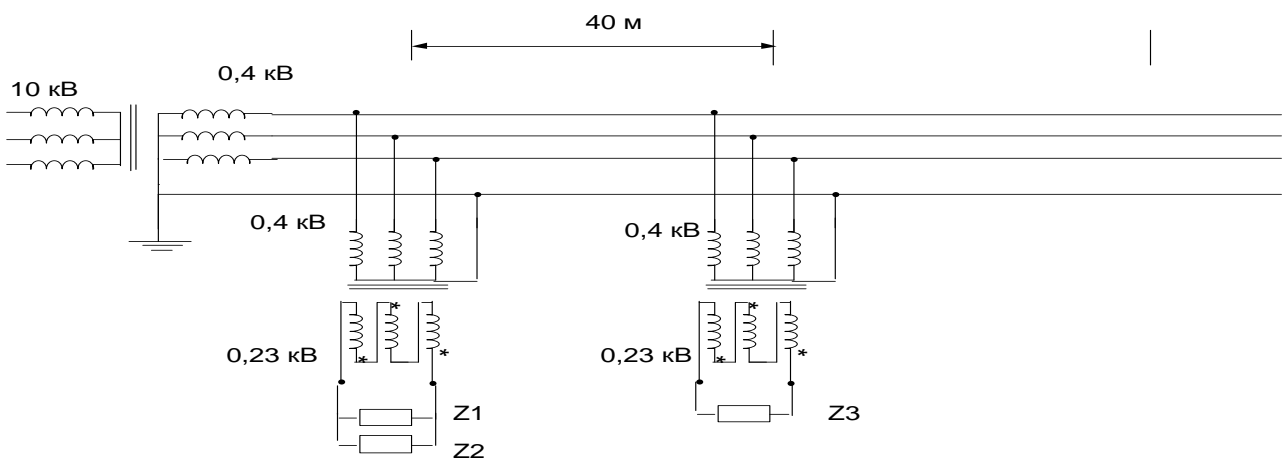


Рис. 3. Схема самосимметрирования сети 0,4 кВ.

Проведенные расчеты показывают, что при величине тока в нулевом проводе до 0,25 фазного тока при длине ЛЭП 0,4 кВ 600 м. использование



схемы симметрирования обеспечивает до 2% снижения потерь электроэнергии в ЛЭП и питающем трансформаторе.

При наличии в сети трехфазных потребителей (электродвигатели насосов, вентиляторов и т.д.) симметрия напряжений также существенно повысит их эффективность.

Кроме того, в рассматриваемой схеме практически полностью исключаются риски появления опасных перенапряжений в сети 0,4 кВ, обусловленные обрывом нулевого провода при несимметричной нагрузке.

К достоинствам схемы следует также отнести снятие ограничений по показателям качества электроэнергии при подключении новых однофазных потребителей.

В то же время наличие дополнительных капиталовложений требует технико-экономического обоснования для конкретных вариантов схем электроснабжения.

Источники

1. Дед. А. В. К проблеме современного состояния уровней показателей несимметрии напряжений и токов в сетях 0,4 кВ // Омский научный вестник, Т. 20. № 2. 2014. С. 63-65.

2. Лыу Куок Кыонг, Маклецов А.М., Альзаккар А., Максимов В.В., Галиев И.Ф. Разработка алгоритма симметрирования нагрузок в сетях 0,4 кв при распределенной нагрузке вдоль линии // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022. Т. 24. № 2. С. 86-97. doi:10.30724/1998-9903-2022-24-2-87-97.

3. А.И. Орлов, С.В. Волков, А.А. Савельев. Анализ влияния устройства выравнивания нагрузки на показатели несимметрии электрической сети. Вестник Чувашского университета. 2016. №3., С. 100-107.

4. А. Сердешнев, И. Протсовицкий, Ю. Леус, П. Шумера. Симметрирующее устройство для трансформаторов. Средство стабилизации напряжения и снижения потерь в сетях 0,4 кВ. Новости электротехники. №31, 2005 г. С. 69-71.

5. Трансформаторы 3UI/BLOCK. Электронный ресурс: <https://www.mege.ru/upload/BLOCK/docs/%D0203UI.pdf>



УДК 621.314

Каримов И.Р.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел: +992927618005, E-mail: ibod_1991@mail.ru

Последним этапом технологического процесса при получении пряжи на прядильной машине, является переработки хлопка в пряжу. Сущность такой обработки состоит в том, что производят вытягивание и наматывание пряжи на патрон. В зависимости от вида прядения различают безверетенные и кольцевые прядильные машины. Последний вид прядильных машин предназначены для утонения полуфабриката и формирование пряжи круткой с дальнейшим наматыванием ее на паковку. Для выполнения данной цели в кольцепрядильных машинах установлены следующие рабочие органы: ровницы или ленты, вытяжной прибор, крутильный механизм и механизм намотки готовой продукции на патрон. На кольцевых прядильных машинах до недавнего времени изготавливали весь ассортимент пряжи в хлопкопрядении [1].

В конструкции кольцевых прядильных машин основные отличия находятся в питающих устройствах, в вытяжных приборах, веретен, типом патронов и колец, шпуль, расстоянием между веретенами и т.д. Наиболее известные из отечественных машин таких типов считаются: П-83-5М, П-76-5М4, П-76-5М6, П-66-5М7 и П-76-5М7. Из приведенных машин, П-66-5М7 и П-76-5М7 являются более модифицированными, в которых внесены следующие изменения: система опускания и подъема кольцевых планок заменена на гибкие связи и увеличены шкивы тесемочной передачи до 250 мм, предусмотрена установка вариатора типа Бергес. Сегодня разработаны машины с метрическим шагом веретен П70 для выработки пряжи 15,4 текс. Эти достижения невозможно было достичь без внедрения более современных и усовершенствованных электроприводов и его элементов [2]. На рисунке 1 приведена схема управления электропривода кольцевой прядильной машины П-114-Ш.

В схеме электропривода данной машины учтены обрывность пряжи при пуске, предусмотрена защита от аварийных режимов работы, как обрыв фазы, коротких замыканий, технологических перегрузок и т.д. В схеме установлены



два асинхронных двигателя (АД) типа АО2-32-2 номинальной мощностью 4 кВт и АД типа АОТ2-63-4 номинальной мощностью 10 кВт. Принцип работы схемы: при включении автоматического выключателя QF напряжение через понижающий трансформатор TV подаётся на схему управления. Данная схема можно зачислить в систему разомкнутого типа, так как не имеет обратных связей и тем самым не может обеспечить высокий диапазон регулирования параметров электропривода. Для оптимизации такой машины можно предложить замкнутую систему управления электроприводов с частотным преобразователем ПЧ-АД (см. на рис. 2) [4].

Современный электропривод невозможно представить без управляемых полупроводниковых преобразователей, как преобразователи напряжения и частоты. Введение обратных связей увеличивают диапазон регулирования скорости, повышает точность обработки сигналов, повышает плавность, улучшает динамические и статические свойства системы, устойчивость и быстродействие системы электропривода и т.д. Обратные связи в основном выполняются на основе различных датчиков параметров [3]. В кольцепрядильных машинах кроме датчиков электрических величин, еще имеются много датчиков технологических параметров, которых тоже надо усовершенствовать.

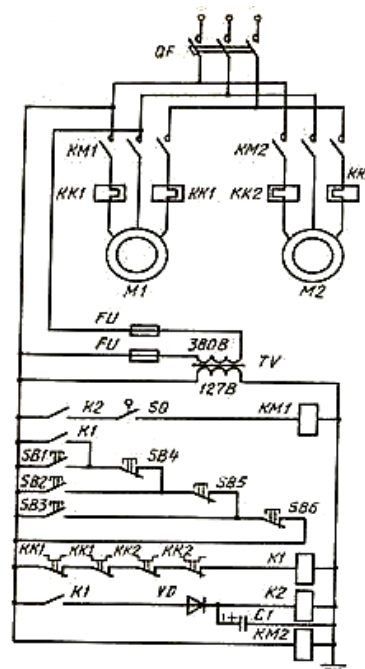


Рис. 1. Принципиальная схема управления электропривода кольцепрядильной машины П-114-Ш

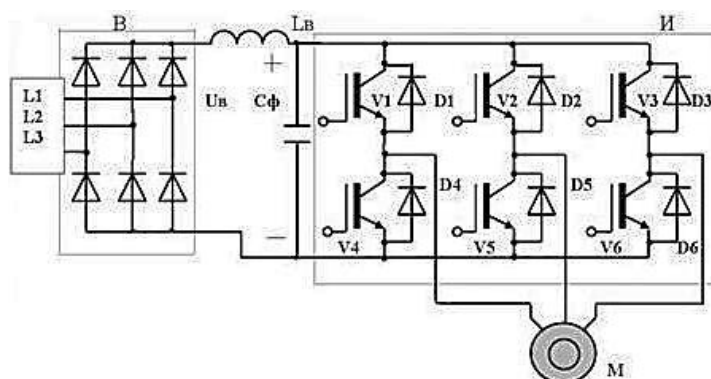


Рис. 2. Схема системы ПЧ-АД с одним двигателем



Преимущество использования частотных преобразователей:

- плавный пуск двигателя;
- высокая точность регулирования;
- стабилизация скорости вращения при изменении нагрузки;
- возможность удалённого мониторинга привода.

Недостатки частотных преобразователей:

- образование помех для высокочувствительного оборудования;
- относительно высокая стоимость;
- сложная схема и трудность ремонта преобразователя.

В результате исследования электроприводов кольцевых прядильных машин, пришли к выводу, что оптимизация может быть достигнута в первую очередь с внедрением регулируемых электроприводов переменного тока. Сегодня основные пути оптимизации режимов работы кольцевых прядильных машин являются:

- использование микропроцессорных систем;
- увеличение скоростных параметров;
- автоматизация производства;
- автоматический контроль и регулирование рабочих параметров электропривода прядильных машин.

Учет и выполнения данных путей оптимизации непременно приводят к увеличению технического ресурса электрооборудования, экономии электроэнергии и повышению качества выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Авроров В.А., Кившенко А.М. «Автоматизация кольцевых прядильных машин» - М.: Легпромбытиздат, 1986. – 104 с.
2. Дадабаев Ш.Т., Разоков А.Р. Постановка задач по оптимизации работы текстильного электрооборудования при жарком климате. «Электрооборудование: эксплуатация и ремонт» №11/2012. С. 58-60.
3. Ланген А.М., Красник В.В. «Электрооборудование предприятий текстильной промышленности». Учеб. для вузов - М.: Легпромбытиздат, -1991. -320 с. ил.
4. Филиппев А.Ф. Автоматический контроль целостности пряжи на самокруточной прядильной машине. Материалы докладов 41 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета. Витебск - 2008. С. 97-100.



УДК 621.314

Каримов И.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПО СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ - АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел: +992927618005, E-mail: ibod_1991@mail.ru

Асинхронный двигатель является наиболее массовым электрическим двигателем. Эти двигатели выпускаются мощностью от 0,1 кВт до нескольких тысяч киловатт и находят применение во всех отраслях народного хозяйства. Основным достоинством асинхронного двигателя является простота его конструкции и невысокая стоимость. Однако по принципу своего действия асинхронный двигатель в обычной схеме включения не допускает регулирования скорости его вращения. Особое внимание следует обратить на то, что во избежание значительных потерь энергии для короткозамкнутых асинхронных двигателей во избежание перегрева его ротора, двигатель должен работать в длительном режиме с минимальными значениями скольжения. Рассмотрим возможные способы регулирования скорости асинхронных двигателей. Принципиально возможны два способа регулирования скорости: регулирование скорости вращения поля статора и регулирование скольжения при постоянной величине. Скорость вращения поля статора определяется двумя параметрами частотой напряжения, подводимого к обмоткам статора f_1 и числом пар полюсов двигателя P_n . В соответствии с этим возможны два способа регулирования скорости: изменения частоты питающего напряжения посредством преобразователей частоты, включаемых в цепь статора двигателя (частотное регулирование), и путем изменения числа пар полюсов двигателя. Регулирование скольжения двигателя при постоянной скорости вращения поля статора для короткозамкнутых асинхронных двигателей возможно путем изменения величины напряжения статора при постоянной частоте этого напряжения. Для асинхронных двигателей с фазным ротором, кроме того, возможны еще два способа: введение в цепь ротора добавочных сопротивлений (реостатное регулирование) и введение в цепь ротора добавочной регулируемой э.д.с. посредством преобразователей частоты, включаемых в цепь ротора (асинхронный вентильный каскад и двигатель двойного питания).



Изменение скорости переключением числа пар полюсов асинхронного двигателя позволяет получать несколько (от 2 до 4) значений рабочих скоростей, т.е. плавное регулирование скорости и формирование переходных процессов при этом способе невозможно. Поэтому данный способ имеет определенные области применения, но не может рассматриваться, как основа для построения систем регулируемого электропривода.

Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением величины питающего напряжения этот способ регулирования для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором имеет весьма ограниченное применение вследствие того, что регулирование скорости здесь сопряжено с потерями энергии скольжения, выделяющимися в роторе двигателя и ведущими к его перегреву. Получаемые при этом способе механические характеристики неблагоприятны для качественного регулирования. Диапазон регулирования не превышает 1,5:1; более глубокое регулирование скорости можно допускать только кратковременно. Так, при снижении питающего напряжения на 30% его максимальный момент уменьшится примерно в два раза и при значительном статическом моменте двигатель может «опрокинуться», т.е. остановиться и оказаться под пусковым током. Этот режим является для двигателя аварийным.

Частотный способ регулирования скорости асинхронных двигателей является самым экономичным в сравнении с другими известными способами. Возможность регулирования скорости АД изменением частоты следует из выражения скорости идеального холостого хода:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{p} \cdot f_1, \quad (1)$$

где f_1 — частота напряжения обмотки статора;

p — число пар полюсов двигателя.

Изменением частоты f_1 напряжения обмотки статора, можно получать разные скорости идеального холостого хода. При этом, как видно из выражения (1) зависимость скорости ω_0 от f_1 линейная. Механические характеристики АД при частотном способе регулирования скорости могут существенно отличаться от естественной характеристики. При постоянной амплитуде напряжения, подводимого к обмотке статора, с уменьшением f_1 пусковой и критические моменты двигателя увеличиваются, а жесткость механических характеристик повышается. Однако при неизменном напряжении источника питания U_1 с уменьшением частоты f_1 резко увеличиваются ток намагничивания и ток статора. Магнитная система двигателя насыщается. В результате существенно увеличиваются



электрические и магнитные потери. Для повышения технико-экономических показателей двигателя при изменении частоты необходимо регулировать амплитуду напряжения U_1 как функцию от частоты f_1 и момента нагрузки M . Зависимость U_1 от частоты f_1 и момента нагрузки M выражает закон частотного управления:

$$U_1 = U_1(f_1, M) \quad (2)$$

В полной мере законы частотного управления вида (1.2) реализуются в замкнутых системах автоматического управления электроприводами. В разомкнутых системах управления напряжение U_1 обычно регулируется в функции от частоты f_1 .

$$U_1 = U_1(f_1) \quad (3)$$

Таким образом, для осуществления частотного способа регулирования скорости АД необходимо иметь преобразователь частоты (ПЧ) с возможностью отдельного изменения амплитуды и частоты выходного напряжения.

Преобразователи частоты, предназначенные для частотно-регулируемых асинхронных электроприводов, подразделяются по типу связи с питающей сетью на непосредственные преобразователи частоты и двухзвенные преобразователи частоты (ДПЧ) с промежуточным звеном постоянного или переменного тока.

В современных частотно-регулируемых асинхронных электроприводах широко применяются ДПЧ с промежуточным звеном постоянного тока. Основными элементами таких преобразователей являются выпрямитель, фильтр промежуточного звена постоянного тока и автономный инвертор. По типу инвертора, который представляет собой коммутатор на полупроводниковых силовых ключах, ДПЧ подразделяются на два класса: с автономным инвертором напряжения (АИН) и с автономным инвертором тока (АИТ).

При определенных алгоритмах переключения силовых ключей и свойствах источника питания инвертора ДПЧ с АИН обеспечивают заданную форму выходного напряжения, а ДПЧ с АИТ — заданную форму выходного тока независимо от параметров нагрузки с возможностью отдельного регулирования амплитуды и частоты основной гармоники выходного напряжения или тока инвертора.

Широкое применение в регулируемых асинхронных электроприводах находит такой вид ДПЧ, как преобразователи частоты с автономными инверторами напряжения. Большинство выпускаемых преобразователей



частоты с АИН, предназначенных для регулирования скорости вращения трехфазных АД, имеют схему силовых цепей.

Преобразователь частоты содержит неуправляемый выпрямитель, фильтр в звене постоянного тока и АИН, выполненный на полностью управляемых полупроводниковых ключах. Автономный инвертор работает в режиме широко импульсной модуляции (ТТТИМ) выходного напряжения.

Преобразователь частоты с АИН не позволяет обеспечивать двухсторонний обмен энергией между сетью и двигателем, так как в нем используется неуправляемый выпрямитель. При генераторном торможении отдаваемая двигателем энергия рассеивается в элементах инвертора и резисторе тормозного устройства, который подключается к шинам постоянного тока через управляемый полупроводниковый ключ.

В тех случаях, когда для осуществления режимов электропривода выгоден обмен энергией между сетью и двигателем, двухзвенные преобразователи частоты с АИН содержат вместо неуправляемого выпрямителя активный выпрямитель напряжения. Выпрямитель и инвертор в таких преобразователях выполняются по идентичным схемам, которые работают в режиме ШИМ. С помощью активного выпрямителя напряжения обеспечивается не только рекуперативное торможение асинхронного двигателя, но и работа преобразователя частоты с заданным значением коэффициента мощности, например равным единице.

Активные выпрямители применяются также в ДПЧ с автономными инверторами тока. При этом получаются результаты, аналогичные тем, что при применении ДПЧ с АИН.

В ближайшей перспективе в регулируемом асинхронном электроприводе могут найти применение ПЧ с непосредственной связью на полностью управляемых полупроводниковых приборах. При специальных алгоритмах управления ключами ПЧ с непосредственной связью обеспечивают двухсторонний обмен энергии между сетью и двигателем при однократном ее преобразовании и коэффициенте мощности, равном единице.

Применение двухзвенных ПЧ с активными выпрямителями и ПЧ с непосредственной связью на управляемых полупроводниковых приборах позволяет решать на качественно более высоком уровне задачу энергосбережения в системе автоматизированного электропривода при выполнении им основной своей функции, заключающейся в управлении движением рабочих органов технологических машин и агрегатов.

Одним из направлений повышения энергетической эффективности, а следовательно, решения задачи энергосбережения является оптимизация режимов системы ПЧ-АД. Задачей оптимизации режимов частотно-



регулируемого асинхронного электропривода является достижение экстремума функции качества (критерия оптимальности). Для электроприводов одним из важных критериев качества по энергетическим соображениям и надежности являются потери мощности. Требования оптимальности по потерям можно рассматривать по отношению к двигателю, преобразователю частоты и в целом к электроприводу.

Выявление оптимального режима управления по минимуму потерь двигателя имеет значение в следующих случаях:

- при обеспечении минимума потерь для ограничения нагрева двигателя и расширения области допустимых по нагреву моментов нагрузки;
- для анализа эффективности законов частотного управления по критерию потерь при использовании в качестве эталона закона управления по минимуму потерь в двигателе.

Целью в этих случаях является обеспечение надежной работы двигателя, так как даже незначительное повторяющееся превышение температуры обмотки статора сверх допустимой приводит к ускоренному старению изоляции и сокращению срока службы АД.

С позиции обеспечения экономичной и надежной работы ПЧ целесообразна постановка задачи оптимизации его режимов по критерию потерь мощности преобразователя.

Оптимизация режимов электропривода по минимуму потерь в системе ПЧ-АД имеет практический смысл при рассмотрении электропривода как потребителя электроэнергии. При этом важно знать, в каком соотношении к условию минимума потерь в системе ПЧ-АД находятся потери в асинхронном двигателе и преобразователе частоты.

Таким образом, широкое применение системы ПЧ-АД позволяет:

- обеспечивать плавность регулирования и высокая жесткость механических характеристик, что позволяет регулировать скорость в широком диапазоне;
- экономичность регулирования, определяемая тем, что двигатель работает с малыми величинами абсолютного скольжения, и потери в двигателе не превышают номинальных;
- повысить энергетическую эффективность электроприводов, а следовательно, решить задачи энергосбережения в промышленном производстве.

Список использованной литературы

1. Промышленность Украина – путь к энергетической эффективности. – Киев: Энергетический центр ЕС, 1955. – 198 с.



2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Издательский центр «Академия», 2004 – 245 с.
3. Кораблев В.П. Экономия электроэнергии в быту. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 187 с.
4. Нетрадиционные источники энергии. – М.: 1982. – 120 с.

УДК 621.311.1: 621.316.3

Қаландаров Ҳ.У.

ХУСУСИЯТ, ШАРТҲО ВА МАРҶИЛАҲОИ ЛОИҲАКАШИИ ШАБАКАҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ САНОАТӢ

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
Тел.: 92-750-15-56; e-mail: huseinjon.86@mail.ru

Шабакаҳои электрикӣ яке аз маҷмӯи сохторҳои муҳандисии мураккаби соҳаи энергетика буда, онҳо байни генераторҳо дар нерӯгоҳҳои барқӣ ва истеъмолкунандагони нерӯи барқ, ки электроэнергияро ба дигар намудҳои энергия табдил медиҳанд, ҷойгир мебошанд. Вазифаи асосии шабакаҳои электрикӣ – тақсими рақсонӣ ва интиқол намудани электроэнергия бо талафот ва хароҷоти аз ҷиҳати иқтисодӣ камтарин ба истеъмолкунандагон мебошад.

Шабакаҳои электрикӣ дар доираи қиматҳои имконпазири инҳирофи шиддат дар нигоҳ доштани сатҳи муқарраршудаи шиддат, дар гиреҳҳои гуногуни шабака ва бандҳои истеъмолкунандагони электроэнергия, дар речаҳои гуногуни истеъмол иштирок менамоянд. Шабакаҳои электрикӣ имкон медиҳанд, ки қувваи барқи захиравиро ба истеъмолкунандагон бефосила таъмин карда шаванд. Иҷрои ин амалҳо хатҳои барқии ҳавойӣ ва кабелӣ, ноқилҳои гуногуни ҷараёнгузар (тахтасимҳо), трансформаторҳои ёрирасон, дастгоҳҳои коммутатсионӣ ва ҳимоявӣ, агрегатҳои иқтидори реактивӣ, дастгоҳҳои танзими шиддат ва дигар дастгоҳҳо барои нигоҳ доштани сифати электроэнергия ба роҳ монда мешавад.

Корхонаҳои саноатӣ, чун қоида, аз системаҳои электрикии ноҳиявӣ электроэнергия мегиранд ва барои табдил додан ва тақсим кардани он шабакаҳои электрикии дохилии худро доранд.



Шабакаҳои дохилии корхонаҳои саноатӣ давомдиҳандаи шабакаи системаҳои энергетикӣ буда, сеҳҳо ва агрегатҳои технологӣ, приёмникҳои алоҳидаи электрикиро бо электроэнергия таъмин намуда, ба шабакаҳои байнисеҳҳо ва дохилисеҳҳо тақсим мешаванд.

Корхонаҳои хурд аз нерӯгоҳҳои наздиктарини системаҳои энергетикӣ ба воситаи як ё ду хатти 6-10 кВ қувваи электр мегиранд ва шабакаҳои оддитарини дохилӣ доранд. Аз сабаби зиёд будани шумораи чунин корхонаҳо масъалаҳои таъмини лоиҳакашии оқилонаи шабака барои онҳо аҳамияти калони умумидавлатӣ доранд. Шабакаҳои электрикии корхонаҳои саноатӣ қариб 65% тамоми қувваи барқи дар мамлакати мо ҳосилшавандаро интиқол ва тақсим мекунанд.

Корхонаҳои калонтарин, чун қоида, аз системаҳои электрикии ноҳиявӣ бо шиддати 110-500 кВ қувваи электр мегиранд. Дар аксар мавридҳо калонтарин корхонаҳо як-ду нерӯгоҳҳои электрикии ҳароратии худӣ доранд. Иқтидори нерӯгоҳҳои электрикии худӣ дар ин гуна корхонаҳо ба 600-800 МВт мерасад ва одатан аз рӯи эҳтиёҷоти энергияи гармӣ барои эҳтиёҷоти технологӣ, инчунин аз шароити таъмини бефосила бо қувваи барқ таъмин намудани муҳимтарин қабулқунандаҳои электроэнергия (масалан, таъминоти обу газ, аппаратҳои идоракунӣ ва ғайра).

Дар баъзе мавридҳо иқтидори нерӯгоҳҳои электрикии худӣ корхонаҳо бо шароити баланси сӯзишворию энергетикӣ дар минтақаи муайяни саноатӣ, дар корхона мавҷуд будани маҳсулоти такрорӣ истеҳсолӣ (масалан, газҳои сӯзанда ва ғайра) муайян карда мешавад, дар нерӯгоҳи барқӣ ҳамчун сӯзишворӣ истифода бурдан мумкин аст. Чунин корхонаи калон системам хурди энергетикӣ маҳаллии худро дорад, ки ба хатҳои электрикии минтақавӣ пайваست карда шудааст.

Шабакаҳои пастшиддати доимии чараёни доимии системаи энергетикӣ маҳаллӣ дар ҳалли бисёр масъалаҳои бо энергия таъмин намудани корхона роли асосӣ мебозанд.

Мавҷудияти дастгоҳҳои калони конвертерӣ бо ректификаторҳои кремний, истеъмолқунандагони қувваи назаррас бо сарбории якбора тағйирёбанда, шумораи зиёди қабулқунакҳои электрикӣ дар шиддати то 1000 В, зарурати зуд-зуд иваз кардани шабакаҳо, зарурати ба назар гирифтани хусусиятҳои технологияи истеҳсолот хусусиятҳои лоиҳакашии шабакаҳои электрии саноатӣ муайян мекунанд.

Дастгоҳҳои калони конвертерӣ, масалан, барои электролизи алюминий ё барои таъмини муҳаррикҳои барқии пуриқтидори танзимшавандаи дастгоҳҳои фелониш, тафтдонҳои камонӣ ва дигар дастгоҳҳои технологияи дорои хусусияти

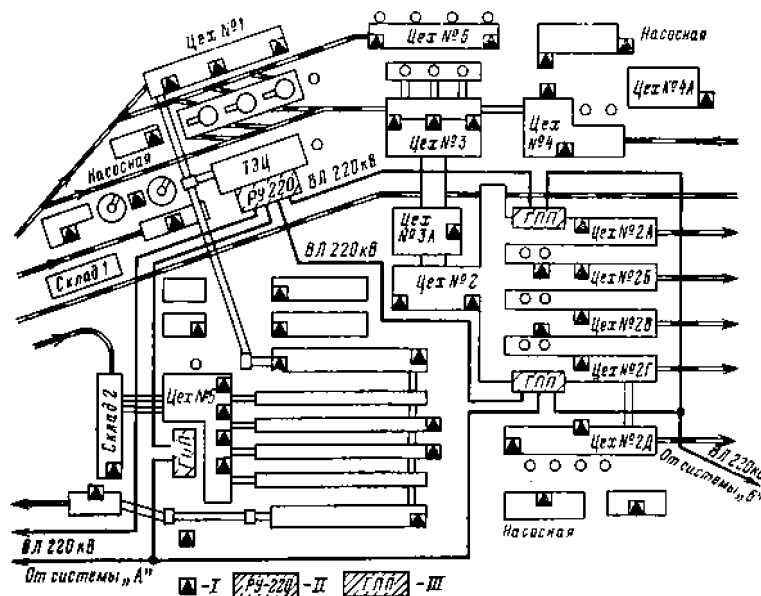


шабех, боиси хеле бад шудани сифати қувваи барқ аз корхона дар системаи таъминоти барқ мегардад.

Шакли синусоидалии тағйирёбии арзишҳои фаврии чараёни тағйирёбанда ва шиддат дар шабакаи чунин корхона ба таври назаррас вайрон карда мешавад. Мавҷудияти спектри гармоникаҳои баландтар боиси афзоиши чараёнҳои иқтидор дар хатҳои кабелӣ ва пайдоиши зухуроти резонансӣ, зарурати таҳлили ҳамачонибаи амали муҳофизат дар ҳолати шикастани замин дар шабакаҳои 6-10 кВ, интиҳоби мувофиқ ва танзими воситаҳо барои ҷуброн кардани чараёнҳои иқтидор. Зарур аст, ки филтрҳои гармоникаи баландтар насб карда шаванд.

Сарбориҳои зудтағйирёбанда боиси афзоиши шиддат мегардад, то онҳо дар ҳудуди қобили қабул нигоҳ дошта шаванд, чараёнҳои ҳисоббаробаркуниро дар нуқтаҳои муайяни шабака зиёд кардан лозим аст.

Хоҳиши зиёд кардани чараёнҳои тахминии кӯтоҳ ва ба истеъмолкунандагон наздик кардани манбаҳои барқ боиси он гардид, ки шабакаҳои шиддаташон 110-220 кВ бевосита ба сеҳҳои калони корхонаҳо, яъне ба воридшавии амиқи шиддати 110-220 кВ дар ҳудуди корхонаҳо ворид шаванд (расми 1).



Расми 1. Ҷойгиршавии ЗПА 220/10 кВ, ХИБ 220 кВ ва ЗПС дар корхонаи калон

Аз ҷумлаи қарорҳои лоиҳавӣ, ки барои шабакаҳои саноатӣ хос аст, кам кардани шумораи зеристгоҳҳо бо наздикшавии ҳадди аксар ба ҷойҳои истеъмоли қувваи барқ мебошад.

Ба конфигуратсияи шабакаи корхона, шумораи зеристгоҳҳо ва иқтидори онҳо аз хусусият ва арзишҳои борҳо ба таври қатъӣ таъсир мерасонанд.



Сохтори схемаи таъмини барқ, аз ҷумла, шумора ва ҷойгиршавии стансияҳои зеризаминӣ, арзиши шиддати шабака, трансформатори куввагӣ, қарорҳои лоиҳавӣ (хатҳои барқи ҳавоӣ ё кабелӣ ва ғайра), интиҳоби воситаҳои танзими шиддат аз рӯи арзиши ҳисобшуда ва меъёри характери графикаи борҳои электрии корхона, инчунин хусусиятҳои ин истеҳсолот ва нақшаи генералии корхона муайян карда мешавад.

Афзоиши иқтидори агрегатҳои алоҳида ба ҷои кабелҳо ба вучуд овардани ноқилҳои шиддати гуногунро ба миён овард. Дар шабакаҳои саноатӣ истифода бурдани ноқилҳои ҷараёнӣ (сахт ва чандир) имкон дод, ки барои истеъмолкунандагон схемаҳои боэътимоди таъминкунандаи энергия ба вучуд оварда, миқдори зиёди металлҳои ранга ва кабелҳои камёфт сарфа карда шаванд.

Ба ҷойгиркунӣ ва тарҳрезии шабакаҳо шароити муҳити зист, ифлосшавии саноатӣ ҳавзаҳои ҳаво ва хок таъсири калон мерасонад.

Аз ҳама бештар ифлосшавии муҳити атроф дар заводҳои химия, металлургӣ ва семент ба амал меояд. Газҳо аз қабилҳои дуоксиди сулфур, оксиди карбон, оксиди нитроген, инчунин фенол, маъдан ва хоки ангишт ва ғайра боиси вайрон шудани изолятсия ва зангзании қисмҳои барқии рӯшногардида, боиси садамаҳо дар системаҳои таъмини барқ мегардад.

Ҳалли масъалаи эътимоднокии системаи таъмини нерӯи барқи корхонаҳое, ки ифлосшавии муҳити зистро барои установкаҳои барқӣ хатарнок ба вучуд меоранд, асосан аз ҳисоби ташкили схемаҳои оддӣ ва боэътимоди таъмини барқ, бо роҳи дар нақшаи генералии корхона ҷойгир кардани дастгоҳҳои шабакавӣ, бо назардошти шамол бо назардошти зиёд шудани хавфи зарар дидани қитъаҳои алоҳидаи шабака дар минтақаҳои ифлосшавӣ. Дар баробари ин, схемаҳои коммутатории зеристгоҳҳо бояд ҳадди ақали дастгоҳҳоро дар бар гиранд, то ки шумораи изоляторҳо ва эҳтимолияти вайрон шудани онҳо ва истифодаи зеристгоҳҳо (пӯшида ё кушода) мувофиқи дастурҳои ҷорӣ муайян карда шаванд.

Ҳамин тариқ, барои сохтани схемаи таъмини барқ ва оқилона интиҳоб кардани роҳи конструктивии шабакаҳои корхонаҳо зарур аст, ки хусусиятҳои раванди технологияи ин корхонаро муфассал омӯзанд, сарборӣ ва хусусияти онро дақиқ муайян карда тавонанд. Ҷадвали онҳо.

Адабиёти истифодашуда

1. Крупович В.И. и др. Проектирование и монтаж промышленных электрических сетей. М., Энергия, 1971, 504 с.
2. Справочник по потреблению в промышленности. Под общ. ред. Г.П. Минина, Ю.В. Коптова. М., Энергия 1969, 432 с.



УДК 338.516.46

Лашманова М.И., Каминский С.О., Гарифуллин М.Ш.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТАРИФОВ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В РОССИИ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»

420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51;

Тел.: 8 (902) 430-91-52; E-mail: marina_lashmanovaa@mail.ru

В тезисе рассматривается проблема роста цен на электроэнергию для промышленных и коммерческих потребителей в России в связи с сформировавшейся политикой на рынке электроэнергии. Также приводятся методы для снижения платежей за электроэнергию для данного круга потребителей с учётом особенностей характера и параметров предприятия.

Ключевые слова: рынок электроэнергии и мощности, рост цен на электроэнергию, распределенная генерация, снижение тарифов на электроэнергию.

Высокие тарифы на электроэнергию существенно ограничивают развитие бизнеса, препятствуют расширению промышленного производства и негативно влияют на всю экономику страны в целом. В связи с этим снижение величины тарифов становится важнейшим фактором для повышения конкурентоспособности предприятий, и как следствие, снижение цен на продукцию.

Проблема ежегодного роста цен на электроэнергию в России началась около 20 лет назад [1], и она продолжается по сегодняшний день [2, 3]. Причинами роста цен стали и остаются: высокие затраты сетевых компаний, ликвидация перекрестного субсидирования цен, рост цен на газ [3], а также увеличение нерыночных надбавок к цене мощности за строительство новых электростанций по договорам поставки мощности [2].

На данный момент в России на рынке электроэнергии и мощности сложилась двухуровневая система: оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ) и розничный рынок, на котором осуществляются сделки купли-продажи только электроэнергии [4]. Следует упомянуть, что география рынка электроэнергии делится на несколько зон: ценовые зоны (1 и 2 зона), неценовые зоны, технологически изолированные территориальные электроэнергетические системы. В 1 и 2 ценовых зонах торговля электроэнергией и мощностью проходит по нерегулируемым ценам, исключая торговлю электроэнергией для населения [4]. В остальных зонах осуществляется государственное



регулирование цен (тарифов), как и для населения. В данной работе рассматриваются ценовые зоны.

Значительная часть промышленных предприятий покупает электроэнергию на розничном рынке у сбытовых компаний. Составляющими цены на электроэнергию являются: цена покупки электроэнергии на ОРЭМ – 50 %, тариф за услуги по передаче электроэнергии и мощности – 40 %, сбытовая надбавка – 2-10 %, плата за услуги инфраструктурных организаций – менее 1 % [5]. Технические параметры присоединения потребителя электроэнергии, а также характер потребления оказывают влияние на величину перечисленных составляющих цены.

Одним из методов решения задачи снижения стоимости платежей за электроэнергию для предприятий является выход на ОРЭМ. Но для предприятий с малой мощностью выходить на ОРЭМ проблематично. Так как одним из условий выхода является суммарная присоединенная мощность энергопринимающего оборудования объекта больше 20 МВА, и в каждой группе точек поставке превышающая 750 кВА. Кроме того, необходимо учитывать высокую величину вступительных и членских взносов в Ассоциацию НП «Совет рынка», а также значительных затрат на строительство АИИС КУЭ, соответствующее требованиям ОРЭМ [6]. Поэтому данный вариант подходит для крупных предприятий с максимальной потребляемой мощностью 1 МВт и более.

Для предприятий с небольшой мощностью (менее 1 МВт) путём решения проблемы снижения платежей за электроэнергию может стать выбор наиболее оптимальной ценовой категории гарантирующего поставщика. Достаточно часто энергетики и экономисты предприятий даже не знают, по какой из ценовых категорий осуществляются расчеты, так как ценовая категория определена гарантирующим поставщиком в связи с тем, что в его адрес не было направлено уведомление о выборе предприятия [7]. Предварительно рассчитав тариф электрической энергии (мощности) по разным ценовым категориям, можно выбрать наиболее экономичный вариант для предприятия, также важно регулярно определять экономическую эффективность произведенного выбора относительно других ценовых категорий в связи со сменой оборудования, выпускаемой продукцией, изменениями в тарифах гарантирующего поставщика.

Следующим вариантом экономии денежных средств на энергоресурсы для предприятий, в частности малых и средних, является проверка тарифного уровня напряжения при техническом присоединении потребителя к электрическим сетям, так как фактический уровень напряжения присоединения к электрическим сетям может отличаться от расчётного уровня напряжения [8].



Тариф за услуги по передаче электроэнергии и мощности уменьшается с увеличением напряжения. По разным причинам сбытовой организацией может быть установлен неверный расчётный уровень напряжения, в связи с чем, потребитель оплачивает электроэнергию с завышенным тарифом, в случае если его расчётный и фактический уровень различаются, где расчётный уровень не может быть ниже фактического. При новом подключении следует искать пути технологического присоединения с максимально возможным высоким уровнем напряжения.

Отдельно следует отметить развитие распределенной генерации, которая может поспособствовать не только сдерживанию роста тарифов на электроэнергию для потребителей с различным характером работы и объёмами потребления электроэнергии, но и снижению величины тарифов, в частности, благодаря снижению доли на оплату тарифа за услуги по передаче электроэнергии и управлением спроса электроэнергии [9]. На данный момент нет точных данных о доле распределенной генерации в энергосистеме России, так как её не учитывают в официальных отчётах отрасли. Но основными мотивирующими факторами развития распределенной энергетики для потребителей являются не только высокие затраты на электроэнергию, но и дороговизна и сложность подключения новых объектов к электросетям и недостаточная надёжность схем электроснабжения.

С развитием технологий в сфере распределенной генерации, доля глобального рынка растёт темпами около 6-9 % в год [10]. В России же существует ряд сдерживающих факторов, которые замедляют темпы внедрения распределенной генерации. Одним из основных факторов, рассмотренных в докладе «Распределенная энергетика в России: потенциал развития», является неподходящая архитектура российской энергосистемы [10].

Поэтому внедрение изменений в архитектуру российской энергосистемы и, как следствие, распространение применения распределенной генерации является важной задачей на сегодняшний день, решение которой может стать также главным решением проблемы снижения тарифов на электроэнергию для всех потребителей.

Источники

1. Причины и следствия гигантского роста тарифов на электроэнергию в России. Мнения экспертов URL: <https://energovopros.ru/novosti/svet/28443/?ysclid=ladnlfbfk2732205937> (дата обращения: 12.11.2022).

2. Аналитики спрогнозировали рост цен на электричество для промышленности URL:



<https://www.rbc.ru/business/11/05/2021/609a031a9a7947ffad1c5e92> (дата обращения: 12.11.2022).

3. Регулятор сообщил, что электроэнергия в промышленном секторе подорожает на 8,6% в 2023 году URL: <https://www.gazeta.ru/business/news/2022/10/24/18866641.shtml?ysclid=ladmne6shj403493885> (дата обращения: 12.11.2022).

4. Кейлин И.А. Рынок электроэнергетики в России: особенности формирования, текущая оценка и перспективы развития // Образование и право. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-elektroenergetiki-v-rossii-osobennosti-formirovaniya-tekuschaya-otsenka-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 12.11.2022).

5. Изменения в тарифах на электроэнергию для предприятий в 2022 году URL: <https://en-mart.com/stoimost-elektroenergii-dlya-predpriyatij/izmeneniya-2022/?ysclid=ladmmu8ywk473179587> (дата обращения: 12.11.2022).

6. Оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ) URL: <https://www.kes-krd.ru/spravochnaya-informatsiya/21/> (дата обращения: 12.11.2022)

7. Определим наиболее выгодную для предприятия ценовую категорию URL: https://www.profiz.ru/peo/5_2018/cenovaja_kategorija/?ysclid=ladlv9nqxu595536640 (дата обращения: 12.11.2022)

8. Определение тарифного уровня напряжения при непосредственном техприсоединении потребителя электроэнергии к сетям ТСО URL: <https://www.elec.ru/publications/menedzhment/3458/?ysclid=19vcmz3ytn677052681> (дата обращения: 12.11.2022)

9. ТАРИФЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ КАК СТИМУЛИРУЮЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ Гарифуллин М.Ш., Каминский С.О., Лашманова М.И., Мухаметжанов Р.Н. В сборнике: Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты. Материалы международной научно-практической конференции. Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. Казань, 2022. С. 81-96.

10. Распределенная энергетика в России: потенциал развития URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_Enec_DER-3.0_2018.02.01.pdf (дата обращения: 12.11.2022)



УДК 621.311.338

Мамуров А.А.

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ И МЕТОДЫ ЕЁ СНИЖЕНИЯ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

При транспортировке электроэнергии по электрическим сетям потери являются одним из важнейших показателей энергетической и экономической эффективности электросетевого комплекса Республики Таджикистан. Потери электроэнергии определяются следующими факторами: технические параметры и конфигурация электрических сетей, загрузка и режимов их работы, качества электроэнергии, надёжность работы оборудования, межсистемных и межсетевых потоков мощности и электроэнергии, погодных условий, времени года и суток, систем учёта и сбора данных об отпуске электроэнергии, полезного отпуска и др. [1].

Сверхнормативные потери электроэнергии в электрических сетях определяется прямыми финансовыми убытками электросетевых компаний. Экономия от снижения потерь целесообразно направить на техническое переоснащение сетей; увеличение зарплаты персонала; совершенствование организации передачи и распределения электроэнергии; повышение надёжности и качества электроснабжения потребителей; уменьшение тарифов на электроэнергию, совершенствованию систем диагностирования в питающих и распределительных сетях [2].

Проблема снижения потерь электроэнергии актуально в сетях промышленных предприятий. Система электроснабжения промышленных предприятий имеет ряд особенностей: характер нагрузки промышленных предприятий является активно-индуктивной, график электрических нагрузок имеет неравномерный характер, в распределительных сетях преобладает реактивная мощность индуктивного характера [3]. В качестве объекта исследования рассматривается Кайраккумский ковровый комбинат. В работе определены потери активной, реактивной мощности в отдельных узлах электроснабжения комбината и нахождении оптимальных путей снижения указанных показателей с учетом технологической особенности комбината. Установленная мощность комбината составляет 15 мВА, расчётная мощность в максимальном режиме 10,85 мВА, расчётный ток в максимальном режиме



составляет 1045,28 А, коэффициент мощности составляет 0,73. На предприятии установлено 15 трансформаторных подстанций из них 13 мощностью 1000 кВА, 1 мощностью 1600 кВА и 1 400 кВА. Питающая и распределительная сеть выполнена кабельными линиями марки АСБ, которые проложены в траншеях. Паспортные данные понижающих трансформаторов, установленных в комбинате приведены в таблице 1.

Таблица 1-Паспортные данные трансформаторов

Мощность трансформатора	$U_{ВН}$ кВ	$U_{НН}$ кВ	ΔP_{xx} кВт	$\Delta P_{кз}$ кВт	i_{xx} %	$U_{кз}$ %
1000	6	0,4	3,3	11,6	3	5,5
1600	6	0,4	4,5	16,5	1,3	5,5
400	6	0,4	1,45	5,5	2,1	4,5

Потери активной и реактивной мощности в понижающих трансформаторах определяется из выражения:

$$\Delta P_{тр} = n\Delta P_{xx} + k_3^2 \frac{\Delta P_{кз}}{n} \quad (1)$$

$$\Delta Q_{тр} = \frac{i_{xx}\%}{n100} S_{нт} + \frac{U_{кз}\%}{n100} S_{нт} \quad (2)$$

где: ΔP_{xx} — потери холостого хода трансформатора, обусловленные вихревыми токами в магнитопроводе трансформатора, кВт;

k_3 — коэффициент загрузки трансформатора;

$\Delta P_{кз}$ — потери короткого замыкания трансформатора, обусловленные потерями в обмотках трансформатора, кВт;

i_{xx} — ток холостого хода трансформатора, %;

$U_{кз}$ — напряжение короткого замыкания, %;

$S_{нт}$ — номинальная мощность трансформатора, кВА;

n — количество параллельно работающих трансформаторов.

Потери активной и реактивной мощности в распределительных сетях определяется из выражения:

$$\Delta P_{л} = \Delta P_{ном} \cdot l \cdot T_M \quad (3)$$

$$\Delta Q_{л} = \Delta P_{л} \cdot tg\varphi \quad (4)$$

где: $\Delta P_{ном}$ — номинальные потери в линиях электропередач; кВт/км;

l — протяженность линий электропередач, км

T_M — время использования максимума времени, ч;

$tg\varphi$ — коэффициент реактивной мощности потребителя электроэнергии;

Упрощенная схема электроснабжения комбината с учетом потерь активной и реактивной мощности приведено на рисунке 1.

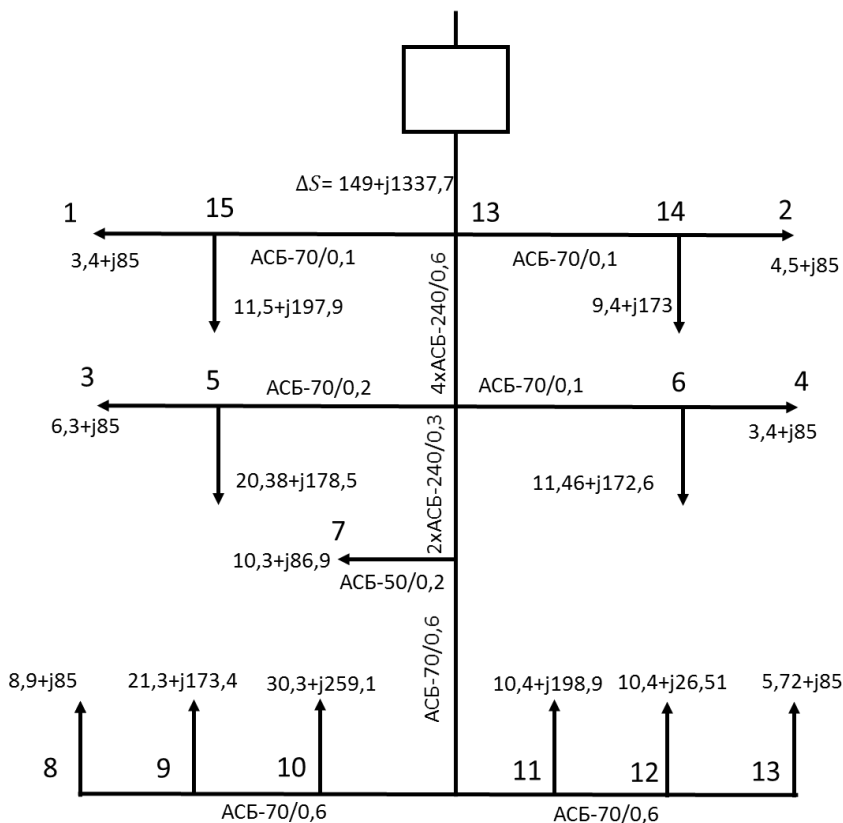


Рисунок 1. Упрощенная схема электрической сети 6 кВ комбината

Как видно, из рисунка потери активной мощности на головном участке составляет $\Delta S = 149 + j1337,7$ кВА. Согласно результатам расчета на предприятии наблюдается дефицит реактивной мощности. При этом не учитывается поправочный коэффициент учитывающий способ прокладки кабеля и их число в траншее.

Выше приведенные формулы не учитывают, изменение нагрузки в течении времени, климатические условия и конвективный теплообмен между отдельными частями электроустановок [4]. При учете выше приведенных показателей потери активной и реактивной мощности будет на порядок больше расчетного [5].

Таким образом, для уменьшения потерь в питающих и распределительных сетях промышленных предприятий необходимо внедрить следующие организационные и технические мероприятия:

– установить компенсирующие устройства реактивной мощности на шинах низкого напряжения понижающих трансформаторов для устранения дефицита реактивной мощности;



– перевод электрической сети (участков сети) на более высокий класс напряжения, т.е. питающую сеть выполнить на напряжение 10 кВ;

– регулирование напряжения в линиях электропередачи. Регулирование напряжения на центрах питания должно осуществляется по принципу встречного регулирования. На протяженных фидерах - в целях снижения потерь электроэнергии и обеспечения надлежащего уровня напряжения, в качестве регуляторов напряжения необходимо устанавливать конденсаторные батареи с автоматическим регулированием или вольтодобавочные трансформаторы, с автоматическим регулированием напряжения;

– внедрение современного электротехнического оборудования, отвечающего современным требованиям энергосбережения;

– при разработке рабочих проектов на реконструкцию и техническое перевооружение должно закладываться оборудование, отвечающее требованиям энергосбережения. Применение трансформаторов с сердечниками из аморфной стали, также позволит снизить потери.

– применение измерительных трансформаторов тока и напряжения с высоким классом точности и замена индукционных счетчиков на электронные позволит получать более объективную информацию о потерях в электрических распределительных сетях, снижая тем самым величину коммерческих потерь электроэнергии.

– внедрение автоматизации и дистанционного управления электрическими распределительными сетями напряжением 6-20 кВ

– обеспечивает своевременное выявление неблагоприятных режимов работы сети и оперативное устранение этих режимов в неблагоприятных ситуациях графиков нагрузок, позволяет избегать аварийных ситуаций массового отключения потребителей.

– коммутационные аппараты выключатели, выключатели нагрузки должны применяться на основе вакуумных выключателей с программируемым микропроцессорным управлением, обеспечивающим функции АПВ, АВР, фиксацию изменения потоков мощности.

– применение собственного источника электроэнергии на предприятии для уменьшения потока мощностей в энергосистеме.

Список использованной литературы:

1. Al-Mahroqi Y. et al. Reduction of power losses in distribution systems //World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2012. – Т. 6. – С. 498-505.



2. Tellez A. A., Galarza D. F. C., Matos L. O. Analysis of power losses in the asymmetric construction of electric distribution systems //IEEE Latin America Transactions. – 2015. – Т. 13. – №. 7. – С. 2190-2194.

3. Воротницкий, В.Э. Снижение потерь электроэнергии-важнейший путь энергосбережения в электрических сетях / В.Э. Воротницкий //Энергосбережение. – 2014. – №. 3. – С. 61.

4. Тошходжаева, М.И. Особенности диагностирования ВЛЭП-110 кВ в условиях резко континентального климата/ М.И. Тошходжаева, А.А. Ходжиев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 2. С. 364-369.

Шведов Г. В., Сипачева О. В., Савченко О. В. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение. – 2013.

УДК 621.3.013(078.5)

Мирхаликов Д.С.

ТЕХНОЛОГИЯИ КОМПУТЕРИ БАРОИ ТАҶҚИКИ РАВАНДИ ГУЗАРИШ

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
Тел.: +9929226061802; E-mail: mirkhalikova.d@mail.ru

Раванди гузариш – равандест, ки занҷириэлектрӣ, дар натиҷаи коммутатсия, аз як ҳолати устувор ба дигар ҳолати устувор мегузарад.

Коммутатсия – иҷроиши амали васл, қатъ ва таъвиши шоха ё элементҳои занҷир, инчунин бо тарзи ҷаҳиш тағйирёбии параметри ягон элементи ё элементҳои занҷири электрӣ.

Барои табдили як намуди энергия ба дигар намуд вақти муайян лозим аст, ин фосолаи вақт дар занҷири электрӣ вақти раванди гузаришро бавучуд меоварад.

Дар натиҷаи раванди гузариш дар занҷирҳои электрӣ ҳархел ҳодисаҳои электромагнитӣ, ба монанди ҳаддшиддатӣ дар шабакаҳои электрӣ, ҷараёнҳои аз ҳад калон, мавҷҳои электромагнитӣ, ки метавонанд ҳолати кори устувори сохтҳои электротехникӣ ва электроэнергетикиро вайрон намоянд ё онҳоро корношоям намоянд. Аз тарафи дигар раванди гузариш ҳамчун ҳодисаи



фоиданок васеъ истифода мешавад, масалан, дар ҳархел генераторҳои электронӣ ва дигар сохтҳои электронӣ. Сабабҳои дар боло қайд карда шуда нишон медиҳад, ки омӯхтани усулҳои таҳлили раванди гузариш дар занҷирҳои электрикӣ хело муҳим аст. Қобили қайд аст, ки корандозӣ ва боздории муҳаррики электрикӣ, қатъи ҳатти интиқоли барқ ё трансформатор раванди гузаришро бавучуд оварда, вобаста ба шартҳои ибтидоӣ ба ҳархел речаҳои кори расониданаш мумкин аст.

Санҷиши дурустии ҳисобҳои назариявии занҷирҳои электрии гуногун, асосан бо ду тарз гузаронида мешавад:

- таҳқиқи таҷрибавии схемаҳои реалӣ;
- моделиронии схемаҳо дар компютерҳои инфиродӣ.

Дар электротехника муддати дароз усули якум истифода мешуд, ки камбудии асосии он инҳоянд:

- барои таҳқиқи таҷрибавӣ, ба ғайр аз он ки элементҳои реалӣ лозиманд, боз бояд таҷҳизоти ченкунанда, ба монанди: вольтметрҳо, амперметрҳо, остсиллографҳои электронӣ, генераторҳои сигналҳо, басомадсанҷҳо, таҳлилгарҳои спектр ва ғайра лозиманд;

- саҳвияти асбобҳои ченкунандаи реалӣ гуногунанд, ки имконияти муқоисаи дурусти натиҷаҳои таҷриба ва ҳисобҳо ро фароҳам оварда наметавонанд;

- барои таҳқиқи таҷрибавии схемаҳо аз элементҳои реалӣ харчи калони моддӣ ва вақтиро талаб менамояд.

Камбудии усули моделиронии схемаҳои реалӣ дар компютерҳо асосан бо ба сатҳи назар гирифта натавонистани параметрҳои паразитии элементҳои схема ва мушкилии таъмин намудани саҳеҳияти баланд моделиронӣ, алоқаманд мебошад.

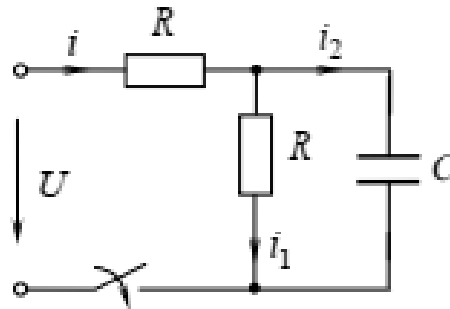
Ба ҳар ҳол имрӯз моделиронии схемаҳои реалӣ дар компютерҳо пешравии муҳим дар техникаи таҳқиқоти таҷрибавӣ мебошад. Барои моделиронии схемаҳои реалӣ компютерҳои инфиродӣ ва барномаҳои амалии моделирониро истифода мебаранд.

Яке аз барномаҳои амалии компютерӣ, ки барои таҳқиқи раванди гузариш дар занҷирҳои электрӣ хело қулай мебошад, барномаи амалии (яке аз версияҳои охири) **Multisim – 14.0** мебошад. Барнома дорои компонентҳои электрӣ ва электронӣ буда, аз дигар барномаҳои бо он фарқ менамояд, ки дар лавҳаи кори он асбобҳои ченкунандаи электронӣ тасвир карда мешаванд ва амал менамоянд.

Моделиронии раванди гузариш барои занҷири дараҷаи як, ки дар як мисол дида барномада шудааст, иҷро карда шавад.



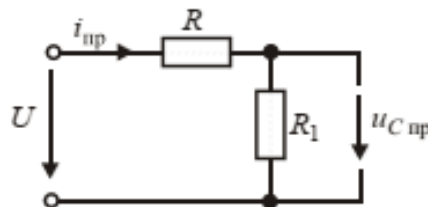
Васли омехтаи резистор ва конденсатор ба манбаи шиддати доимӣ. Қонуни тағйирёбии чараёни раванди гузариши $i(t)$ ва афтиши шиддат дар конденсатор $u_C(t)$ (расми 1) муайян карда шавад, агар $U = 20 \text{ В}$, $R_3 = 10 \text{ кОм}$, $R_2 = 5 \text{ кОм}$ $C = 5 \text{ мкФ}$ бошад.



Нақшаи 1. Васли омехтаи резистор ва конденсатор ба манбаи шиддати доимӣ

1. Мутобиқи шarti масъала то ҳолати коммутатсия шиддат дар конденсатор ба сифр баробар аст, чунки занҷири электрӣ кушода буд ва агар конденсатор заряднок карда шуда бошад ҳам, дар фосолаи вақти аз $-\infty$ то 0 тахлия гаштааст, яъне $u_C(0) = 0$.

2. Ташкилдихандаи маҷбурии чараён дар занҷир, мутобиқи қонуни Ом (нақшаи 2), баробар аст:



Нақшаи 2. Нақшаи таъвизии нақшаи 1 барои муайян кардани ташкилдихандаи маҷбурии чараён дар занҷир

$$i_M = I = U / (R_3 + R_2) = 20 / 15 = 1,33 \text{ мА},$$

ОН ГОҲ

$$u_{сМ} = i_M \cdot R_2 = 1,33 \cdot 5 = 6,67 \text{ В}.$$

Системаи муодилаҳои ҳолати электрии занҷири додашударо ба намуди дифференсиалӣ, барои ҳолати баъди коммутатсия, аз рӯи қонунҳои Кирхгоф тартиб медиҳем:

$$\begin{aligned} i - i_1 - i_C &= 0, \\ Ri + R_1 i_1 &= U, \end{aligned}$$



$$Ri + u_C = U.$$

Қонуни тағйирёбии ҷараён дар шохаи ворида i ва шиддат дар конденсатор мутобиқи усули классикӣ:

$$i = i_m + i_o.$$

$$u_C = u_{CM} + u_{CO}.$$

3. Решаи муодилаи характеристикиро муайян менамоем. Барои ин муқовимати дохилии занҷирро бо намуди операторӣ тасвир намуда ба сифр баробар мекунем:

$$Z_{дох}(p) = R + R \cdot (1/pC)/(R + 1/pC) = 0,$$

$$\text{аз ин ҷо } p = -2/RC = -2 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1},$$

он гоҳ, ташкилдиҳандаи озоди i ва u_C аз рӯи қонуни экспотенциалӣ тағйир меёбанд:

$$i_o = A_1 e^{pt} \quad \text{ва} \quad u = A_2 e^{pt}.$$

Мутобиқи усули классикӣ

$$i = i_m + i_o = 1,33 + A_1 e^{pt} \quad \text{ва} \quad u_C = u_{CM} + u_{CO} = 6,67 + A_2 e^{pt}.$$

4. Собитаҳои интегрони A_1 ва A_2 аз рӯи шартҳои ибтидоии вобаста муайян менамоем. Барои ин муодилаҳои ҳосил гардида ро барои лаҳзаи $t = 0$ тасвир менамоем:

$$i(0) = 12,5 + A_1 \quad \text{ва} \quad u_C(0) = 25 + A_2.$$

Аз сабаби он, ки дар лаҳзаи коммутатсия конденсатор заряднок набуд, мутобиқи қонуни коммутатсия $u_C(-0) = u_C(+0) = 0$ ва $i(0) = U/R_3 = 20/10 = 2,0$ мА. Баъди гузориши шартҳои ибтидоӣ, ҳосил менамоем:

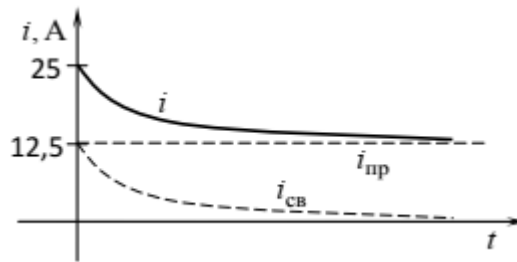
$$2,0 = 1,33 + A_1 \quad \text{ва} \quad 0 = 6,67 + A_2, \quad \text{аз ин ҷо} \quad A_1 = 0,67 \text{ мА} \quad \text{ва} \quad A_2 = -6,67 \text{ В}.$$

Он гоҳ, қонуни тағйирёбии ҷараён i ва шиддати u_C дар воҳиди вақт дорои чунин намуд мегарданд:



$$i = 1,33 + 0,67e^{-30t}, \text{ A}$$
$$u_c = 6,67(1 - e^{-30t}), \text{ B}$$

Графики тағйирёбии қувваи чараён дар нақшаи 3 оварда шудааст.



Нақшаи 3. Графики тағйирёбии қувваи чараён

Моделиронии раванди гузариш дар барномаи амалии компютерӣ дар се марҳила иҷро карда мешавад:

- элементҳои занҷир, аломатҳои шартӣ ва қиматҳои онҳоро интихоб намуда, схемаи таҳқиқшаванда дар лавҳаи корӣ тасвир карда мешавад;
- бевосита иҷрои моделиронии раванди гузариш;
- сабти натиҷаҳои моделиронӣ.

Барои моделиронии раванди гузариш:

1) дар лавҳаи кории барномаи **Multysim** элементҳои пасив: резисторҳои $R_3 = 10 \text{ кОм}$ ва $R_2 = 5 \text{ кОм}$, конденсатори ғунҷоишаш $C = 5 \text{ мкФ}$, инчунин манбаи шиддати импульсшаклро интихоб ва ҷойгир намуда, схемаи дар нақшаи 1 овардашударо тасвир менамоем;

Эзоҳ: манбаи импульсшакл ду вазифаро иҷро менамояд, яъне ҳамчун манбаи шиддати доимӣ, ки дар фосилаи вақти муайян амал менамояд, ва ҳамчун калиди дар фосилаҳои алоҳида занҷирро ба манба васлқунанда. Дар фосилаи вақте, ки калид васл аст, яъне импульси шиддат ҷой дорад, раванди гузариш ба итмом мерасад. Барои ин шарт иҷро шуданаиш, бояд ба қимати тақрибии собитҳои вақти раванди гузариш баҳо дода шавад.

2) схемаро ба амал дароварда бо истифодаи остсиллографи электронӣ раванди гузаришро дар элементҳои занҷир мушоҳида менамоем. Тасвири схемаи моделиронии раванди гузариш ва вобастагии шиддати манба ва шиддат дар конденсатор бо истифодаи остсиллографи душоубӣ, инчунин вобастагии чараёни раванди гузариши аз манба ҷоришаванда дар нақша оварда шудаанд;

3) натиҷаҳои вобастагии чараёни раванди гузариш дар шохаи яқум ва шиддати раванди гузариш дар конденсатор (остсиллограммаи канали В,



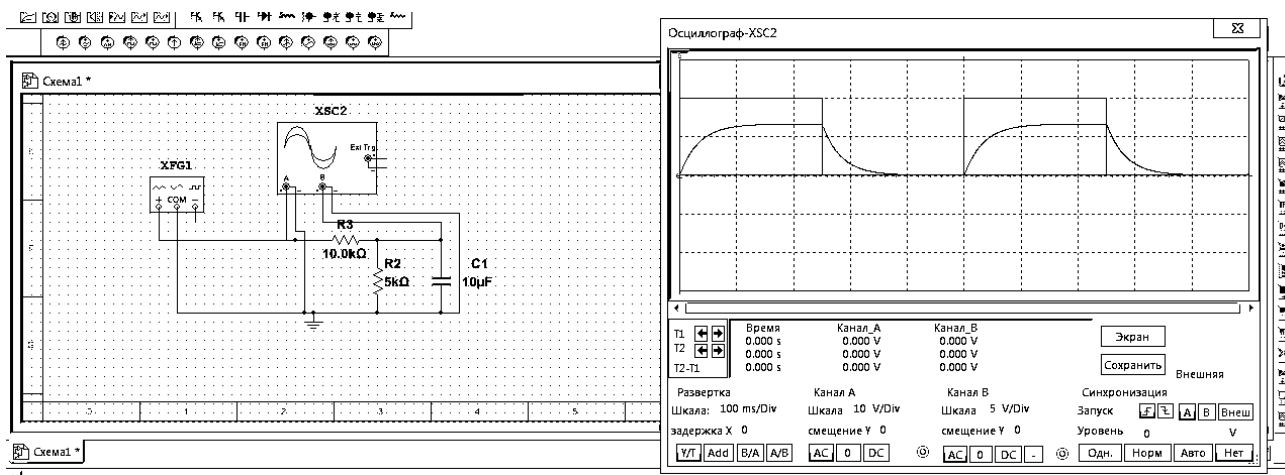
$m_u = 5 \text{ В/таксимот}$) нишон медиҳад, ки ҳангоми амплитудайи шиддати импулсшакл ба 20 В (канал А остсиллограф, $m_u = 10 \text{ В/таксимот}$) баробар будан:

а) шиддат дар конденсатор баъди коммутатсия аз сифр оғоз гардида то қимати 6,67 В экспонентсиалӣ меафзояд ва баъди шиддати манба қатъ гардидан (амплитудайи шиддати манба бо сифр баробар шудан), конденсатор бо воситаи резистори R_2 тахлия гардида, қимати шиддат дар он ба сифр баробар мешавад. Қобили зикр аст, ки собитайи вақтӣ заряднокшавии конденсатор ба 33,3 миллисони баробар буда, ҳангоми тахлияи он собитайи вақт хурд шуда, 20 мс-ро ташкил медиҳад. (ниг. ба остсиллограммаи $u_c(t)$ шиддат дар конленсатор);

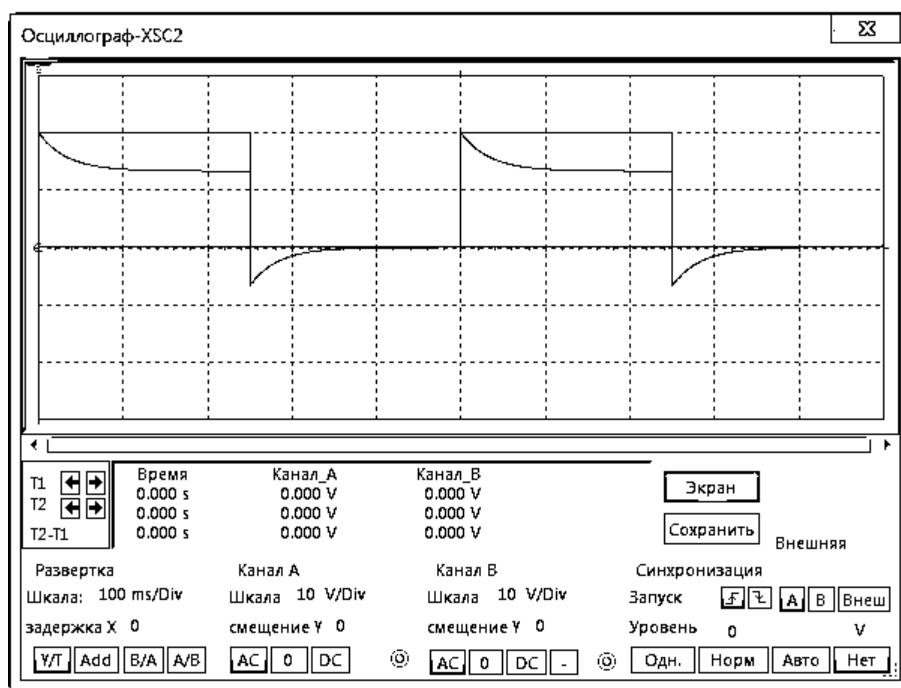
б) шакли тағйирёбии чараён дар шоҳаи якум бо остсиллограммаи афтиши шиддат дар резистори R_3 яхела мебошад, фарқият фақат дар воҳиди ченак мебошад, яъне қувваи чараёни аз резистори R_3 ҷоришаванда

$$i_3(t) = UR_3(t)/R_3.$$

Он гоҳ чуноне, ки аз остсиллограммаи чараён (нақшаи 4.79) дида мешавад, қимати он аз 2 мА (дар остсиллограмма $m_u = 10 \text{ В/таксимот}$ ва $m_i = 1 \text{ мА}$ тақсимот) оғоз гардида, то қимати 1,33 мА таназзул меёбад.



Нақшаи 4. Тасвири схемаи моделиронӣ ва вобастагии шиддати раванди гузариш дар конденсатор



Нақшаи 5. Остсиллограммаҳои шиддати манбаи импульсшакл ва чараён дар шоҳаи манба васлшуда

Ҳангоми ҳалли масъалаҳо оид ба равандҳои гузариш бо тарзи моделиронӣ чунин муаммоҳо баргараф карда мешаванд:

- тартиб додани муодилаи характеристикӣ ва муайян намудани решаҳои он;
- мушкилии ҳисоби раванди гузариш дар занҷирҳои дараҷаи баланд;
- муайян намудани шартҳои ибтидоӣ;

Қобили зикр аст, ки бо тарзи моделиронӣ таҳлили равандҳои гузариш, ҳангоми ба бандакҳои воридаи занҷир гузошташавии сигналҳои мураккаб, инчунин ҷой доштани занҷирҳои электрии ғайрихаттӣ имконпазир мебошад. Яқчанд мисолҳои таҳлили раванди гузаришро дар занҷирҳои дараҷаи як ва ду дида мебароем.

УДК 621.21:338.45

Насырова Э.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
E-mail: elina.nasyrova01@yandex.ru



Аннотация: В статье рассмотрим виртуальные электростанции: преимущества и задачи, и необходимые решения на пути их создания. Отдельно рассмотрим направление микрогрид, который в ближайшие годы позволит повысить надежность электроснабжения, а также снизить затраты на электроэнергию для потребителей и предприятий.

Ключевые слова: виртуальная электростанция, микрогрид, микросеть, энергосистема

Виртуальная электростанция включает в себя совокупность распределенных генераторов электрической энергии, среди которых устройства, работающие на возобновляемых источниках энергии, а так же традиционные установки, работающие на природном газе, дизельном топливе. Они представляют собой систему работающих устройств, которая управляется и контролируется из единого центра. В широком смысле под виртуальной электростанцией понимается интеграция источников распределенной генерации, в том числе на возобновляемых энергоресурсах, накопителей электроэнергии и активных потребителей. Таким образом, такая электростанция объединяет в себе:

- распределенные генераторы (мини- и микро- ТЭЦ, ветроэлектрические установки и др.);
- потребители-регуляторы нагрузки (бытовые холодильники, телевизоры стиральные машины и т.д.);
- системы аккумулирования энергии.

Преимущества виртуальных электростанций:

1. В связи с тем, что энергия производится недалеко от места потребления и распределяется между участниками, нет необходимости транспортировать ее на дальние расстояния при высоком напряжении. Поэтому, фактор потерь энергии сводится к минимуму.

2. Повышается надежность системы за счёт оптимизации процесса производства энергии в реальном времени в соответствии со спросом. Таким образом, за счет увеличения отпуска электроэнергии от распределенных установок в периоды высокого спроса на электроэнергию нагрузка на централизованную генерацию, так же как и на передающие магистральные и распределительные сети, может быть снижена. Поэтому распределенные ресурсы могут быть использованы для снижения нагрузки в течение пиковых периодов за счет регулирования электрической нагрузки.

3. Кроме того, виртуальные электростанции управляют своими составляющими элементами наиболее экономичным способом за счет способности быстро реагировать на вариацию условий местной нагрузки и учитывать изменяющиеся параметры энергокомпаний.

Рассмотрим два типа виртуальных электростанций:



1. Централизованная виртуальная электростанция. В этой категории режимы работы распределенных источников генерирования электрической энергии задаются контрольным координационным центром. Сигналы нагрузок поступают в контрольный координационный центр и обрабатываются с помощью логического алгоритма. После этого сигналы направляются в каждый блок управления РГ, и в соответствии с ними осуществляется генерация электроэнергии. При наличии контрольного координационного центра виртуальная электростанция способна выполнять как технические, так и экономические функции, что позволяет получить преимущества от агрегирования распределенной генерации.

2. Децентрализованная виртуальная электростанция. При децентрализованной конфигурации выработка электроэнергии установками РГ контролируется блоком управления РГ, а блок управления РГ преимущественно контролируется местным блоком управления, который использует логический алгоритм [1].

Вместе с тем, на пути создания виртуальных электростанций необходимо решать множество задач:

1. организационно-административные: исследование условий развития виртуальных электростанций в конкретных регионах; формирование нормативной правовой базы и их взаимодействия с существующей единой электрической сетью; определение возможных производителей распределенной генерации и условий их объединения в централизованную систему управления производством и реализацией электроэнергии;

2. информационно-аналитические: определение системы показателей и критериев оценки эффективности деятельности виртуальных электростанций; определение необходимой информации о параметрах и состоянии каждой энергоустановки; создание дистанционной системы управления виртуальными электростанциями, в т.ч. создание аппаратно-программного комплекса управления виртуальной электростанцией;

3. технологические: проектирование архитектуры виртуальной электростанций.

Виртуальные электростанции удовлетворяют потребительский спрос на энергию, используя передовые информационные технологии, последние достижения техники в области измерительных приборов, возможности автоматического управления и накопления электрической энергии [2]. Независимо от того, какая мощность установлена в том или ином здании, для виртуальной электростанции наиболее важной характерной чертой является объединение всех источников энергии и управление ими с целью достижения состояния баланса наиболее эффективным способом.



Микрогрид, она же микросеть, является местной энергосистемой. Это обустроенные на участке энергосетевые структуры, которые могут работать независимо, так как имеет собственный источник выработки энергии, это помогает удовлетворить даже пиковые запросы потребителей. Данные микросети строятся за короткий промежуток времени для обеспечения локальных потребностей в электроэнергии и не подразумевают передачу электричества на дальние расстояния, что приводит к низкой стоимости развертывания сети. Также особенностью микрогрида является простота интеграции возобновляемых источников энергии и повышение эффективности энергосети за счет системы возвращения пользователями энергии в сеть.

Источники

1. Климовец О.В. Виртуальные электростанции как экономически эффективный способ управления производством электроэнергии.
2. Галимова Г.Ф., Воркунов О.В. Внедрение интеллектуальных электрических сетей. «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» VII Национальная научно-практическая конференция. Материалы конференции. Казань.

УДК 621-313.3

Петров А.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Тел.: +7 (927) 489-87-33; E-mail: petroval13@mail.ru

В статье рассмотрены основные особенности механических, химических, тепловых и электрических процессов, протекающих в зонах соприкосновения поверхностей контактных соединений электрических аппаратов. Проанализированы параметры, определяющие значение потерь мощности и потребляемой мощности в коммутационной низковольтной аппаратуре. Показаны основные особенности характеристик топологии и технического состояния в условиях эксплуатации оборудования внутрицеховых низковольтных сетей промышленного электроснабжения, учет которых необходим для анализа и оценки потерь мощности и электроэнергии в таких сетях. Представлены аналитические выражения динамики потерь мощности на полюс в исследуемых автоматах некоторых фирм функции от



номинального тока. Представлены графические зависимости исследуемых параметров низковольтной аппаратуры.

Ключевые слова: автоматические выключатели, номинальный ток, контактные соединения, аппроксимирующие функции, конструктивные особенности.

Введение

В настоящее время в России и мире значительная доля электрических сетей низкого напряжения требует детального анализа и выявления очагов наибольших потерь и возможной дальнейшей модернизацией, и внедрением энергосберегающих мероприятий [1].

В современных условиях энергетики для развития электротехнических комплексов требуется, с одной стороны, увеличение произведенной электроэнергии, и, с другой стороны, ужесточение контроля за эффективностью использования электроэнергии. Потери электроэнергии, при рассмотрении процессов производства и электропотребления, являются составной частью общего расхода электроэнергии. Поэтому исследование и анализ потерь мощности и электроэнергии в элементах внутрицехового электроснабжения имеют те же технико-экономические принципы, что и анализ полезно потребленной электроэнергии.

Величина потерь мощности и электроэнергии значительно влияет на эффективность эксплуатации электрических сетей. Стоимость потерь является составной частью как общей расчетной стоимости (приведенных затрат), так и составной частью себестоимости (годовых эксплуатационных расходов) процессов передачи и распределения электроэнергии. При этом доля потерь в общей стоимости процесса передачи электроэнергии имеет значительную величину (35=45%), поэтому для энергоэффективной эксплуатации систем внутризаводского электроснабжения требуется поддерживать рациональное соотношение между стоимостью потерь и стоимостью общего расхода электроэнергии [2].

Основными факторами, определяющими величину потерь мощности и потребляемой мощности в низковольтных коммутационных аппаратах, можно считать следующие:

- величину номинального тока электрических аппаратов, A ;
- форму и размеры контакта, определяемые номинальным током, структурой контактных групп, ресурсом аппарата и числом циклов включения-отключения;
- материал контактных деталей;
- сечения токопроводящих частей аппарата.

Рассмотрим литые автоматы, пользующиеся наибольшей популярностью на отечественном рынке электрооборудования.



Автоматический выключатель в литом корпусе — это коммутационный аппарат, предназначенный для проведения тока в нормальном режиме, защиты оборудования и силовой цепи при возникновении перегрузки или короткого замыкания [3].

В таблице 1 представлены основные технические каталожные данные автоматических выключателей, выпускаемых Курским электроаппаратным заводом, Schneider Electric, Legrand, ABB.

Таблица 1 – Основные технические каталожные данные автоматов

Тип и завод-изготовитель автоматического выключателя	Потеря активной мощности на полюс, Вт	Коммутац. износостойкость, циклов	Мех-ая износостойкость, циклов	Габаритные размеры (ШxВxГ), мм	$I_{ном}, А$	$U_{ном}, В$
Российские						
BA57-31 (КЭАЗ)	7,5	10000	16000	75x125x117	100	690
Зарубежные						
NSX100 (Schneider Electric)	8,8	10000	50000	140x160x86	100	690
DPX ³ 160 (Legrand)	7,8	8000	25000	81x115x100	100	690
Tmax XT1 (ABB)	10	8000	25000	76,2x130x70	100	690

Анализ данных таблицы 1 показал, что основные технические параметры исследуемых автоматических выключателей рассматриваемых заводов-изготовителей имеют близкие значения, однако следует отметить, что автоматические выключатели серии BA57-31 имеют наименьшее значение потерь мощности на полюс — 7,5 Вт.

В зависимости от номинального тока аппарата его потери мощности будут различными. На рис.1 представлены зависимости потерь мощности от номинального тока I для автоматических выключателей (BA57-31, NSX100 TMD, DPX³ 160, Tmax XT1 TMD).

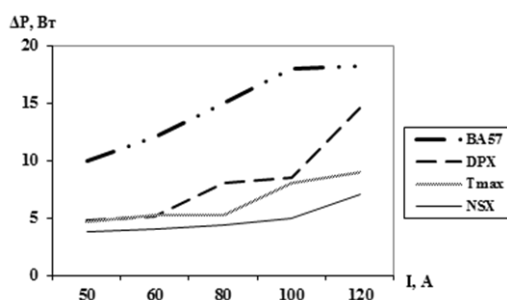


Рис. 1. Графики зависимостей потерь активных мощностей в функции номинальных токов автоматов заводов-изготовителей.



Аппроксимируем полученные графические зависимости величины потерь мощности в функции номинального тока. Аппроксимирующие функции и величина среднеквадратического отклонения автоматических выключателей сведены в таблицу 2 [4]. Графические зависимости $\Delta P = F(I_{ном})$ для автоматов ВА57-31, NSX100 TM-D, DPX³ 160, Tmax XT1 показаны на рис. 2-3.

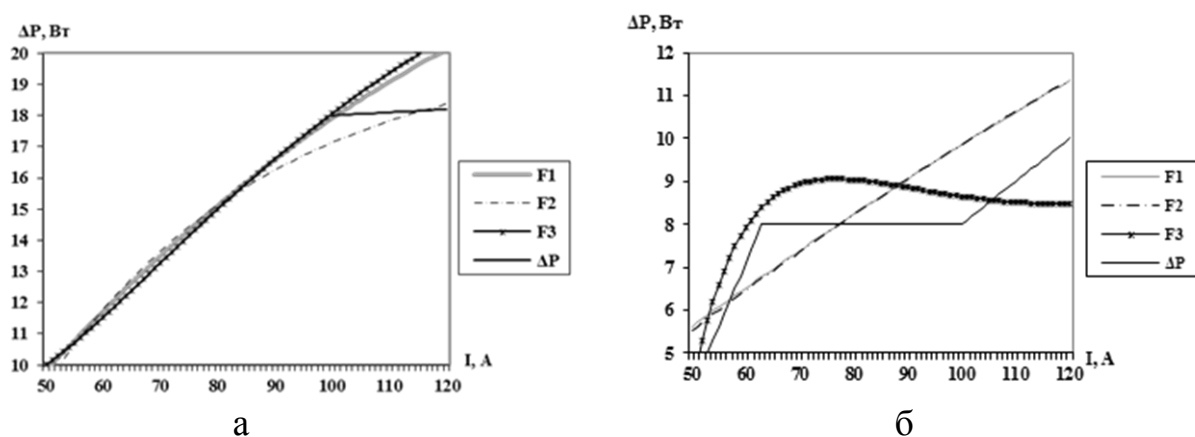


Рис. 2. Графические функциональные аппроксимирующие характеристики для: а – ВА57-31; б – NSX100 TM-D

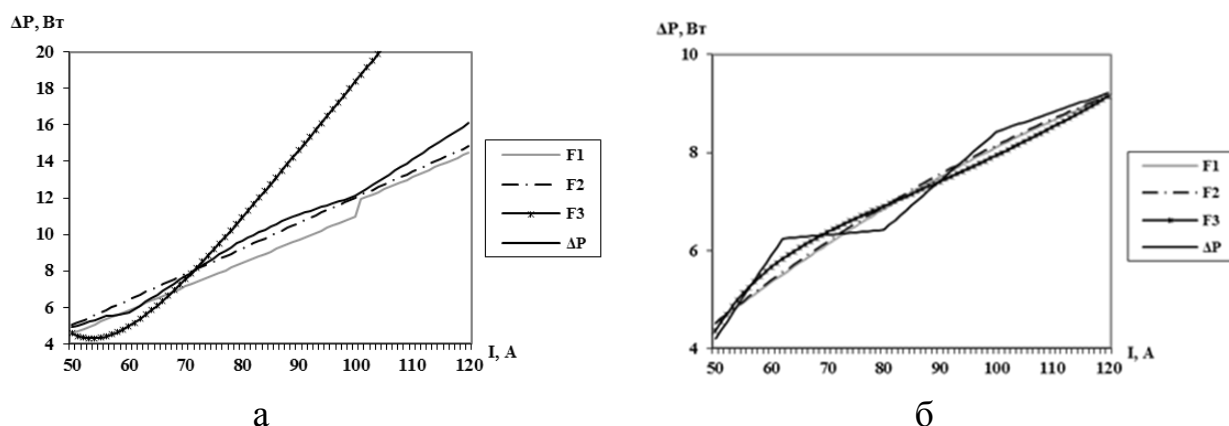


Рис. 3. Графические функциональные аппроксимирующие характеристики для: а – DPX³ 160; б – Tmax XT1

Таблица 2 – Результаты расчета величины среднеквадратического отклонения для исследуемых автоматических выключателей

Вид функции аппроксимации	S
ВА57-31	
$F_{1BA}(I) = -1,95 + 0,28 \cdot I - 7,4 \cdot 10^{-4} \cdot I^2$	0,38
$F_{2BA}(I) = 20,26 - 37,95 \cdot e^{-0,025I}$	0,14
$F_{3BA}(I) = -4,12 + 143,98 \cdot e^{-0,1I} - 8,4 \cdot 10^{-4} \cdot I^2 + 0,31 \cdot I$	1,15



NSX100 TM-D	
$F_{1NSX}(I) = 0,78 + 0,11 \cdot I - 1,23 \cdot 10^{-4} \cdot I^2$	2,65
$F_{2NSX}(I) = 29,42 - 29,18 \cdot e^{-4,00110^{(-3)} \cdot I}$	0,37
$F_{3NSX}(I) = 17 - 1067 \cdot e^{-0,1 \cdot I} + 5,97 \cdot 10^{-4} \cdot I^2 + 0,14 \cdot I$	2,63
DPX ³ 160	
$F_{1DPX}(I) = 7,46 - 0,13 \cdot I + 0,15 \cdot 10^{-4} \cdot I^2$	1,46
$F_{2DPX}(I) = 2,23 \cdot 10^6 - 2,23 \cdot 10^6 \cdot e^{-6,29810^{(-8)} \cdot I}$	1,16
$F_{3DPX}(I) = 20,37 - 516,21 \cdot e^{-0,1 \cdot I} + 0,28 \cdot 10^{-4} \cdot I^2 + 0,39 \cdot I$	7,76
Tmax XT1 TMD	
$F_{1Tmax}(I) = -0,55 + 0,12 \cdot I - 2,95 \cdot 10^{-4} \cdot I^2$	0,81
$F_{2Tmax}(I) = 13,97 - 15,34 \cdot e^{-9,69210^{(-3)} \cdot I}$	0,69
$F_{3Tmax}(I) = 5,48 - 241,05 \cdot e^{-0,1 \cdot I} + 2,94 \cdot 10^{-4} \cdot I^2 + 4,65 \cdot 10^{-3} \cdot I$	0,80

Таким образом, определены зависимости изменения потерь мощности на полюс от номинального тока – это аппроксимирующие функции, имеющие наименьшее среднеквадратическое отклонение [5].

На рис. 4 приведены графики изменения потерь мощности для автоматических выключателей с загрузкой по току $0,5I_{ном}$.

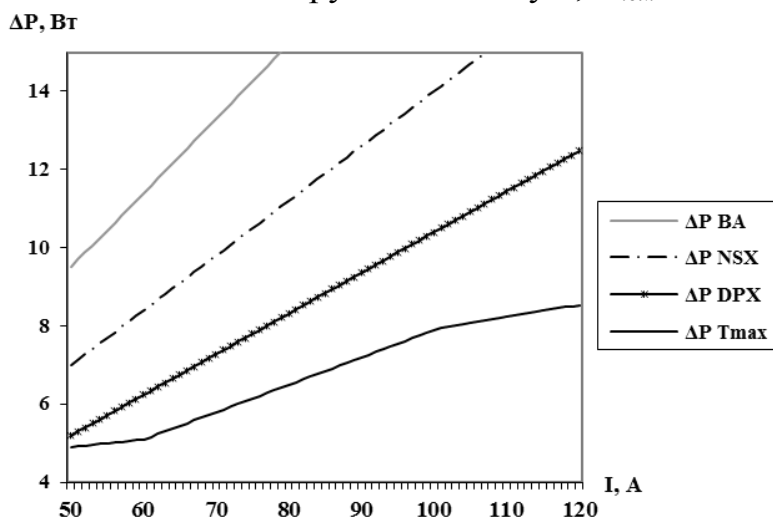


Рис. 4. Графические функциональные характеристики для автоматов серии BA57-31, NSX100 TM-D, DPX³ 160, Tmax XT1 TMD

Заклучение

В представленной статье проведено исследование зависимостей величины потерь активной мощности в автоматических выключателях от основных параметров оборудования. Сравнительный анализ технических характеристик автоматов BA57-31, NSX100 TM-D, DPX³ 160, Tmax XT1 TMD



показал, что их основные параметры имеют близкие значения, однако имеются различия в величинах потерь активной мощности на полюс аппарата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Власюк И.В., Пармонов С.Ю., Белов С.И.** Повышение эксплуатационной надежности автоматических выключателей в сетях напряжением 0,4 кВ, используемых в агропромышленном комплексе // Международный технико-экономический журнал. М.: Изд-во ООО «Мегполис», 2018. № 1. С. 51-58.

2. **Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М.** Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутризаводского электроснабжения // Проблемы энергетики. 2020. № 2. С.65-74.

3. **Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Шакурова З.М.** Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутризаводского электроснабжения // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т. 23. № 1. С. 93-104. doi:10.30724/1998-9903-2021-23-1-93-104.

4. **Грачева Е.И., Наумов О.В.** Потери электроэнергии и эффективность функционирования оборудования цеховых сетей. Монография. М.: РУСАЙНС, 2017. 168 с.

1. **Хорольский В.Я., Таранов М.А.** Надёжность электроснабжения. Ростов-на-Дону: Терра Принт, 2017.

УДК 621-313.3

Петрова Р.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Тел.: +7 (927) 882-13-19; E-mail: 1998renata@mail.ru

В статье описана надежность трансформаторов, интенсивность отказов и время безотказной работы до первого повреждения, долговечность и ремонтпригодность трансформаторов и срок их службы, приведены допустимые превышения температуры и зависимость установившихся перегревов от коэффициента загрузки трансформатора. Показана оценка влияния температуры окружающей среды на номинальную мощность трансформатора. Приведены зависимости нагревов от меняющейся нагрузки трансформаторов. Рассчитана постоянная времени нагревания в зависимости от мощности и



системы охлаждения трансформатора. Рассмотрена температура нагрева обмотки при реальных суточных графиках нагрузки трансформатора 33/11 кВ, произведено сравнение максимальных фактических перегревов при загрузке полной мощностью с допустимыми перегревами. Данные исследования могут применяться в трансформаторах 33/11 кВ и других с последующей интерполяцией значений.

Ключевые слова: трансформатор, надежность, интенсивность отказов, время безотказной работы, перегрузка, ток короткого замыкания, трансформаторная подстанция, номинальная мощность.

Введение

Надежность трансформаторов определяется показателями безотказности, долговечности и ремонтпригодности. [1]

Интенсивность отказов и время безотказной работы до первого повреждения зависят от качества изготовления и условий эксплуатации. В ряде источников показано, что в пределах наработок до 5 лет интенсивность отказов снижается, а после 8 лет имеет место резкое увеличение вероятности отказов в связи с износом изоляции и элементов, обеспечивающих механическую прочность обмоток.

Прямые поражения воздушных линий, питающих трансформаторы, молниями и индуктированные перенапряжения дают 30...50% повреждений продольной и главной изоляции трансформаторов. Многократные воздействия волн перенапряжения приводят к накапливающимся разрушениям изоляции в дефектном месте и последующему их пробое.

Снижение числа повреждений при грозовых перенапряжениях достигается установкой вентильных разрядников на стороне ВН и НН трансформаторов.

Токи короткого замыкания непосредственно приводят к выходу из строя 15...25% трансформаторов из-за механического повреждения обмоток и деталей их крепления. Отдельные трансформаторы повреждаются уже при 2...5 близких токах КЗ.

Нарушения контактов вводов ВН и НН, выводов переключателей ответвлений и их контактов дают около 15 % повреждений. [2, 3]

Допустимые температуры обмоток и масла трансформаторов

Температура нагрева υ какой-либо части трансформатора зависит не только от возникающих в этой части потерь, но и от температуры охлаждающей среды $\upsilon_{o.c.}$ – воздуха. Разность $\upsilon - \upsilon_{o.c.} = \theta$ составляет превышение температуры данной части трансформатора относительно температуры охлаждающей среды. [3, 4]

Исходными данными, принимаемыми при расчетах номинальных режимов трансформаторов, являются значения температур, приведенные в табл.1.



Номинальная температура наиболее нагретой точки обмотки $\vartheta_{об.маx}=98^{\circ}\text{C}$. Номинальная температура средней по сопротивлению температуры обмотки $\vartheta_{об.ср}=85^{\circ}\text{C}$. В закрытых трансформаторных подстанциях с естественной приточной вентиляцией эквивалентная температура воздуха на 8°C выше, чем наружного.

Таблица 1 – Допустимые превышения (перегревы) температуры

Наименование температуры	Обозначение	Значение
Средней по сопротивлению температуры обмотки сверх температуры масла	$\theta_{об.ср.м}^{\circ}\text{C}$	21
Средней по сопротивлению температуры обмотки сверх температуры воздуха	$\theta_{об.ср}$	65
Средней по объему температуры масла над температурой охлаждающего воздуха	$\theta_{м.ср}^{\circ}\text{C}$	44
Температуры масла в верхних слоях сверх температуры охлаждающего воздуха	$\theta_{м.маx}^{\circ}\text{C}$	55
Температуры наиболее нагретой точки обмотки над средней по сопротивлению температурой обмотки	$\theta_{об.маx} - \theta_{об.ср}^{\circ}\text{C}$	13
Температуры наиболее нагретой точки обмотки над температурой охлаждающего воздуха	$\theta_{об.маx}^{\circ}\text{C}$	78

Если нагрузка трансформатора отлична от номинальной, то установившиеся (конечные) перегревы θ_k обмоток и масла оцениваются по зависимостям, приведенным на рис. 1.

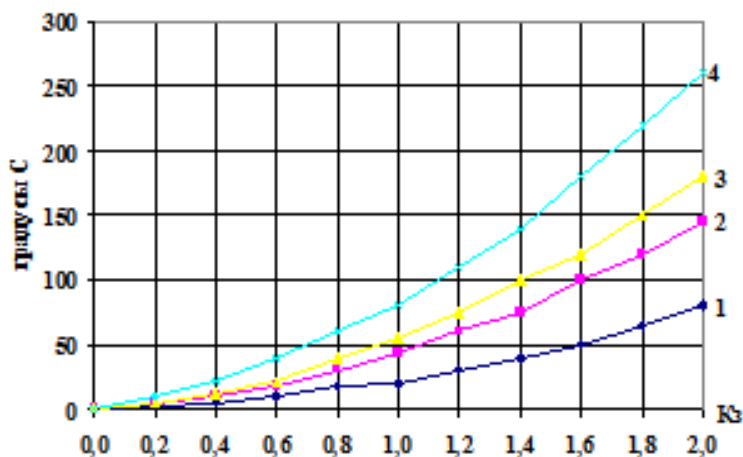


Рис. 1. Зависимость установившихся перегревов θ_k , $^{\circ}\text{C}$ от коэффициента загрузки

На рисунке 1:

- 1 – средний перегрев обмотки сверх температуры масла;
- 2 – средний перегрев масла сверх температуры охлаждающего воздуха;



3 – перегрев масла сверх температуры охлаждающего воздуха;
 4 – перегрев наиболее нагретой точки сверх температуры охлаждающего воздуха.

В табл. 2 приведены формулы аппроксимации установившихся перегревов от коэффициента загрузки трансформатора, полученные из рис. 1.

Таблица 2 – Зависимости установившихся перегревов от коэффициента загрузки трансформатора

Наименование температуры	Формула для аппроксимации
Средней по сопротивлению температуры обмотки сверх температуры масла	$18,36(K_3)^2 + 2,2 K_3 + 1,2$
Средней по объему температуры масла над температурой охлаждающего воздуха	$29,46(K_3)^2 + 14 K_3 - 0,19$
Температуры масла в верхних слоях сверх температуры охлаждающего воздуха	$34,6(K_3)^2 + 21,6 K_3 - 1,1$
Температуры наиболее нагретой точки обмотки над температурой охлаждающего воздуха	$48,6(K_3)^2 + 33 K_3 - 0,98$

Оценка влияния температуры охлаждающей среды на номинальную мощность трансформатора

Из всех частей трансформатора, перечисленных в табл. 1, наибольшее значение имеет обмотка, поскольку ее тепловой режим связан с процессом теплового износа изоляции и тем самым определяет срок службы трансформатора. Работа изоляции и происходящие процессы старения зависят от температуры наиболее нагретой зоны обмотки $\nu_{об.маx}$.

Количество выделяющегося в обмотке тепла и средний перегрев обмотки $\nu_{об.ср}$ остается постоянным, но температура обмотки изменяется в соответствии с изменением температуры воздуха.

Номинальная мощность трансформатора зависит от наивысшей температуры воздуха района, где он устанавливается. Значение номинальной мощности трансформатора при температуре воздуха, отличной $+35\text{ }^\circ\text{C}$, $S_{НОМУ}$ определяют пересчетом мощности $S_{НОМ}$ (1), указанной в паспорте:

$$S_{НОМУ} = S_{НОМ} \left(1 - 2 \frac{\nu_{о.с.маx} - 35}{100}\right) \quad (1)$$

При $\nu_{о.с.маx} = 55\text{ }^\circ\text{C}$ $S_{НОМУ} = 0,6 S_{НОМ}$.

Зависимости нагревов от меняющейся нагрузки трансформаторов

Расчеты нагревов обмоток и масла трансформаторов при меняющихся во времени нагрузках основаны на следующей зависимости (2):



$$\theta_k(t) = \theta_0 e^{-\frac{t}{T_0}} + \theta_k (1 - e^{-\frac{t}{T_0}}) \quad (2)$$

где $\theta_k(t)$ – перегрев части трансформатора в момент t ;

θ_0 – то же в момент времени $t=0$;

θ_k – конечный перегрев, который установится за $3T_0$, если нагрузка останется неизменной.

Время достижения установившихся перегревов трансформатора определяется теплоемкостью всех входящих в него масс, условиями охлаждения и характеризуется постоянной времени нагревания T_0 (табл. 3).

Таблица 3 – Постоянная времени нагревания трансформаторов в зависимости от мощности и системы охлаждения

Мощность трансформатора, МВА	Тип охлаждения	Постоянная времени нагревания T_0 , ч
До 0,63	М	2,5
1...6,3	М	3,5
10...32	Д	2,5
40...63	Д	3,5
100...125	ДЦ	2,5
125 и выше	ДЦ	3,5

Заключение

Трансформаторы проектируются на режим длительно неизменной во времени нагрузки, которая называется номинальной и указывается заводом – изготовителем для отсчета от нее отклонений при эксплуатации и испытаниях. Для трансформаторов, включая комплектующие изделия, допускаются аварийные и систематические перегрузки в зависимости от графиков нагрузки и температуры охлаждающей среды.

Значение систематических перегрузок определяется двумя условиями:

1. Тепловой износ изоляции при меняющейся нагрузке должен быть таким же, как и при длительной неизменной температуре обмотки в наиболее нагретой точке 98°C .

2. Наибольшая температура масла в верхних слоях и наиболее нагретой точке обмотки в течение переходного суточного процесса нагрева не выше 95 и 140°C соответственно.

Допускаемые систематические перегрузки трансформаторов определяются в зависимости от характеристик графика нагрузки и эквивалентных годовых температур окружающей среды. Также учитывается длительность систематической перегрузки: 1, 2, 4, 6 ч. Коэффициент систематической перегрузки $k_{с.п}$ измеряется в пределах $1,1...1,5$.



Аварийные перегрузки допускаются в исключительных случаях, например при выходе из строя одного из работающих трансформаторов. Согласно ГОСТ трансформаторы для КТП должны допускать аварийные перегрузки на 30% сверх номинального тока не более чем 3 часа в сутки, если длительная предварительная нагрузка составляла не более 70% от номинального тока трансформатора.

Литература

1. Грачева, Е.И., Садыков, Р.Р. Исследование вероятностных характеристик систем электроснабжения // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2017. №1-2.
2. Садыков, Р.Р. Формирование моделей оценки эксплуатационной надежности систем внутриводского электроснабжения / Е.И. Грачева, Р.Р. Садыков // Вести высших учебных заведений Черноземья. Электроэнергетика. 2017. № 1(47). С.1–10.
3. Садыков, Р. Р. Применение аналитического метода расчета надежности элементов систем электроснабжения на основе вероятностных моделей / Е.И. Грачева, А.Р. Сафин, Р.Р. Садыков // Надежность и безопасность энергетики. 2017. № 1(36). С. 48–52.
4. Секретарев, Ю.А., Левин, В.М. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО РОДА ДЕФЕКТОВ ЕЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ // Вестник КГЭУ. 2019. №4 (44).
5. Petrov, T.I., Safin A.R. Theoretical aspects of optimization synchronous machine rotors. E3S Web of Conferences. 2020.

УДК 621.391

Прокопьев М.И., Сагдеев Р.Р., Муратаева Г.А.

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВЯЗИ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Тел.: (843) 519-42-20; E-mail: kgeu@kgeu.ru

Данная работа основывается на анализе научных источников и указывает на развитие электроэнергетики с помощью высоковольтных линий электропередач, которые выступают в качестве каналов связи. В статье приводятся последствия некорректной работы устройства и учет требований во избежание финансовых убытков.

Ключевые слова: электроэнергетика, автоматическое управление, электроснабжение, ВЧ-связь.



Развитие электроэнергетики невозможно без анализа факторов, влияющих на форму токов и напряжений при определении параметров режима электрической сети в условиях внедрения современных средств интеллектуализации в структуру систем электроснабжения. В современных электрических сетях доля оборудования, влияющего на качество электроэнергии, достигает 90% [1]. Это приводит к появлению в сети помех, снижающих качество электрической энергии, искажению напряжения высшими гармоническими составляющими в частности, и влияет на адекватность параметров электрической сети, принимаемых устройствами автоматического регулирования. Снижение частоты дискретизации не исключает влияния высших гармоник на результат обработки сигналов, в том числе высокочастотных искажений.

Качество электроэнергии является одним из основных факторов, влияющих на бесперебойную работу устройств автоматического управления в промышленных системах электроснабжения.

В настоящее время эти устройства включают в себя компоненты, построенные на основе силовой электроники и микропроцессорной техники. Некорректная работа устройств автоматического управления в электрической сети может быть вызвана наличием электромагнитных возмущений в виде отклонений, колебаний или несинусоидальности питающего напряжения.

Преимущества волоконно-оптической передачи.

1. Оптическое волокно в значительной степени заменило медные провода в основных сетях в развитых странах мира, из-за его преимуществ перед электрической передачей. Вот основные преимущества оптоволоконной передачи.

2. Чрезвычайно высокая пропускная способность: ни одна другая кабельная среда передачи данных не обеспечивает такой пропускной способности, как оптоволоконно.

3. Объем данных, которые оптоволоконные кабели передают в единицу времени, намного больше, чем медные кабели.

4. Большие расстояния: при передаче данных по оптоволоконно оптические кабели способны обеспечить низкие потери мощности, что позволяет передавать сигналы на большее расстояние, чем медные кабели.

Недостатки волоконно-оптической передачи.

1. Хрупкость: обычно оптоволоконные кабели изготавливаются из стекла, что делает их более хрупкими, чем электрические провода. Кроме того, стекло может подвергаться воздействию различных химических веществ, включая



водородный газ (проблема подводных кабелей), что делает их более осторожными при прокладке под землей.

2. Сложность монтажа: сращивать оптоволоконные кабели непросто. А если согнуть их слишком сильно, они могут сломаться. Кроме того, оптоволоконный кабель очень восприимчив к порезам или повреждениям во время монтажных или строительных работ. Все это затрудняет его установку.

3. Затухание и рассеивание: по мере увеличения расстояния передачи свет ослабляется и рассеивается, что требует дополнительных оптических компонентов. рассеивается, что требует добавления дополнительных оптических компонентов, таких как волоконно-оптический усилитель на оптическом волокне.

Следует отметить, что электромагнитные помехи, генерируемые электрическими приемниками потребителей, оказывают негативное воздействие не только на потребительское оборудование, но также на оборудование, установленное в распределительной сети. Так, появление несинусоидального тока в сети может привести к дополнительному нагреву и нарушению работы оборудования. Что в свою очередь приведет к дополнительным потерям в электрооборудовании и проводах линий электропередачи, линиях сетевых организаций, а также окажет воздействие на элементы управления. Качество электроэнергии, которое выходит за рамки требований ГОСТ 32144-2013, часто имеет финансовые убытки для предприятий с электроустановками[2].

Развитие электроэнергетики в условиях внедрения современных средств интеллектуализации в структуру систем электроснабжения невозможно без анализа факторов, влияющих на форму токов и напряжений при определении параметров режима электрической сети. Цифровая обработка сигналов токов и напряжений промышленной частоты при децимации должна осуществляться с учетом соблюдения требований когерентности требований. Несоблюдение этих требований приводит к значительным погрешностям в оценках параметров электрического сигнала.

В качестве числовой характеристики, позволяющей оценить искажения сигналов электрической частоты и охарактеризовать нарушения требований когерентности при цифровой обработке сигналов, может быть выбран коэффициент кросс-корреляции обработки[3].

Высокочастотная связь в энергосистемах играет жизненно важную роль в безопасной и эффективной работе электросетей. Автоматизация и управление системами генерации, передачи и распределения электроэнергии в режиме реального времени зависят от надежных и безопасных сетей связи. Правильная схема связи используется для передачи данных, получаемых от наружных



устройств, в центр управления для контроля и защиты энергосистемы[4]. Связь - это технология, которая играет важную роль в модернизации электроэнергетической системы.

Источники

1. Сысуев К. А. Высокочастотная связь в энергетике //Образование и наука в России и за рубежом. – 2020. – №. 11. – С. 322-324.
2. Муштаев В. В. Опыт внедрения систем ВЧ-связи по ЛЭП для предприятий электроэнергетики //Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2013. – №. 6. – С. 4-6.
3. Любимов Р. В. Высокочастотная связь и ее роль в электроэнергетике России //Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2017. – С. 539-542.
4. Фетисов Л. В., Гарипова Л. Ф. СИСТЕМА ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВЯЗИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ //АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ. – 2019. – С. 17-21.

УДК 621.311

Равин Д.А.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ООО «АЛЕКСЕЕВСКИЙ МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД»

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Тел.: 8(843) 519-42-72; E-mail: esis.kgeu@bk.ru

Более 70% энергопотребления типичного молочного завода приходится на электродвигатели, мощность которых варьирует от 37 кВт (насосы, перекачивающие массу, и вытяжные вентиляторы котлов) до 1,5 кВт (мелкие вспомогательные механизмы).

Качество электроэнергии можно оценить по его влиянию на работу оборудования. Любое возмущение в электросети, которые приводит к повреждению оборудования или к неправильной работе каких-либо устройств, следует рассматривать как признак недостаточного качества электроэнергии. Некоторые возмущения могут быть обусловлены естественными причинами вроде ударов молнии, в то время как другие возмущения связаны с работой самой сети. Тем не менее, большинство проблем с качеством электроэнергии связаны с самим процессом производства.



Существует общая для молочного завода тенденция к централизации функций управления производством. Однако, если предполагается управление всем производством из одного единственного диспетчерского помещения, возникает необходимость в реконструкции всей системы электроснабжения, которая в этом случае должна иметь коэффициент готовности на уровне 99,99%.

При централизации управления возникает необходимость в высоконадежных системах обеспечения экологической безопасности, поскольку проблемы с этими системами влияют на работу всего молокозавода. При этом требуется установка многочисленных контроллеров от различных изготовителей, связанных между собой по открытым протоколам связи. В связи с ростом вычислительной мощности подобных устройств приобретают большое значение вопросы бесперебойности их питания, качественного заземления и пропускной способности внешних интерфейсов.

В отличие от старого электрооборудования современные электронные системы крайне чувствительны к внешним факторам и, в частности, к качеству питания. Небольшие отклонения параметров питания, которые остались бы незамеченными на старых производствах, могут привести к сбоям в работе современных микропроцессорных устройств, используемых в АСУТП. При этом скрытым источником проблем зачастую может оказаться лифт в здании, двигатели, сварочные аппараты и т.п.

Ограниченность пространства является еще одним фактором, который следует принимать во внимание. Если здание возводилось более 10 лет назад, скорее всего электропроводка в нем вообще не рассчитана на нагрузки, создаваемые современным оборудованием. Прокладка новой электропроводки в старых зданиях часто создает больше проблем, чем решает, поскольку при этом некоторые цепи оказываются вовлеченными как в старую разводку, так и в новую. Кроме того, имеющаяся система кондиционирования и вентиляции, скорее всего, проектировалась из расчета на людей/техпроцесс, а не на установку чувствительной электроники. Все это влияет на надежность работы предприятия.

Наилучшим способом исключить возможные проблемы является оценка энергопотребления каждого компонента оборудования и знание того, по каким именно цепям осуществляется его питание. Следует иметь в виду, что истинными виновниками проблем может быть перегрев, повышенная влажность и коррозия.

Еще одним источником проблем является заземление. На старых объектах нередко используется сразу несколько схем заземления, с паразитными связями между ними. Эти связи приводят к циркуляции



нежелательных токов в цепях заземления. Устранить это явление может внедрение системы бесперебойного питания с развязывающим трансформатором.

Следует учитывать и ограничения, связанные с механическими нагрузками от устанавливаемого оборудования. Например, трехфазный ИБП со шкафами батарей может весить свыше 5 тонн.

Перенапряжения и импульсные помехи, возникающие при коммутации больших нагрузок, могут привести к выходу электронных устройств из строя. Еще одной проблемой является искажение синусоидальности формы тока и напряжения из-за высших гармоник. Примером источника гармоник могут служить регулируемые электроприводы.

Условия окружающей среды являются еще одним фактором, имеющим критическое влияние на оборудование, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Большая концентрация оборудования в небольшом помещении, типа аппаратной КИПиА, может привести к ухудшению условий для его охлаждения. На эффективность отвода тепла влияет множество факторов, таких как общая мощность потерь, выделяемая в помещении, количество в нем людей и частота, с которой они входят в помещение и выходят из него, наличие вентиляции и влияние окон, конструкция стен, поступление воздуха извне и его качество и т.д. Перегрев приводит к снижению срока службы электронного оборудования.

Не менее важен и контроль влажности в помещении. Повышенная влажность может привести к коррозии электронных узлов, в то время как пониженная влажность повышает риск повреждения электронных компонентов статическим электричеством.

Современные ИБП, как правило, выполнены по трем основным схемам: резервной, линейно-интерактивной или с двойным преобразованием энергии. Резервные ИБП являются бюджетным решением для некритичных автономных нагрузок типа ПК и прочей офисной техники. В ИБП по резервной схеме для использования энергии, запасенной в аккумуляторе, используется инвертор. Несмотря на то, что такие ИБП вполне пригодны для питания нетребовательных нагрузок, они переключаются на резервное питание относительно медленно и не обеспечивают «безударности» такого переключения, что не подходит для некоторых средств РЗА, ПЛК или цепей экстренного останова. Кроме того, такие ИБП не обеспечивают кондиционирования электроэнергии.

Линейно-интерактивные ИБП в дополнение к функции резервного питания обеспечивают достаточно эффективное кондиционирование электроэнергии. Такие ИБП лучше всего подходят для случаев, когда



аварийные отключения питания редки, но возмущения в питающей сети наблюдаются часто. При работе в нормально режиме линейно-интерактивные ИБП выполняют функции сетевого фильтра и обеспечивают подзаряд батарей. При исчезновении напряжения в сети происходит переключение на питание от батареи. При таком переключении питание нагрузки не прерывается (с точки зрения выполнения стандартов ИТЭС на питание ПЛК), однако возможно отпадание якорей реле.

Оборудование большинства объектов предъявляет более высокие требования к работе ИБП. Это подразумевает использование ИБП с двойным преобразованием электроэнергии. В отличие от резервных и линейно-интерактивных ИБП такие ИБП устраняют более широкий спектр проблем с качеством питания, в частности броски напряжения и колебания частоты, характерные для систем с питанием от резервных генераторов. Это обусловлено тем, что в ИБП с двойным преобразованием используется шина постоянного тока, питаемая от выпрямителя или аккумуляторов, а нагрузка запитывается от подключенного к ней инвертора. При этом батарея включена в цепь постоянно, поэтому задержка при переходе на резервное питание отсутствует.

Для того, чтобы гарантировать, что питание от ИБП доступно всегда, даже во время планового обслуживания ИБП, в крупных системах бесперебойного питания предусматривается «синхронизация шин», позволяющая вывести из работы один из ИБП без прерывания питания нагрузки. Многие системы бесперебойного питания (СБП) комплектуются аккумуляторами с увеличенным сроком службы и генераторами, позволяющими обеспечить питание при продолжительных перебоих в электроснабжении от сети.

Наиболее «продвинутое» СБП строятся на базе ИБП двойного преобразования по специальным архитектурам с повышенной живучестью. При этом получают масштабируемые СБП, обеспечивающие бесперебойное питание при любых обстоятельствах, в том числе на объектах, вообще не допускающих перебои в питании даже при плановом обслуживании. Для достижения такого результата применяется параллельное резервирование, специальные системы управления, силовые преобразователи, батарейные модули, встроенные байпасы и различные системы контроля состояния с множеством интерфейсов связи, которые обеспечивают одновременную внутриволновую и вневолновую связь. В число прочих возможностей входят интеллектуальные модули обнаружения и локализации неисправностей, которые позволяют обеспечить высококачественное питание в широком диапазоне входных напряжений без необходимости использования



аккумуляторов ИБП. Это, в свою очередь, позволяет продлить срок службы аккумуляторов, что положительно сказывается на коэффициенте готовности системы.

Чувствительная электроника и системы управления, используемые в современной промышленности, требуют защиты не только от проблем с питанием, но и от влияния вредных факторов окружающей среды. При проектировании АСУТП следует учитывать особенности конкретного объекта, например, предельные температуры в помещениях, поскольку это оказывает влияние на надежность работы оборудования. Для исключения коррозии и перекрытий изоляции из-за пыли оборудование АСУТП должно размещаться в помещениях, имеющих системы поддержания требуемой температуры и влажности воздуха.

Батареи, используемые в ИБП, являются типичным примером оборудования, чувствительного к перегреву. Оптимальная температура для батарей составляет 25 °С. При 44 °С расчетный срок службы батарей снижается более чем на 80% (см. рис. 1).

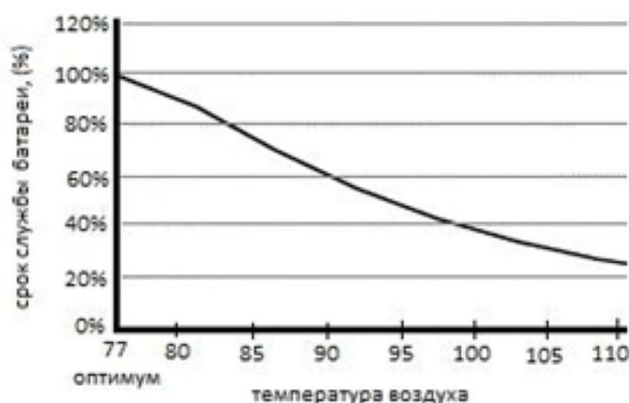


Рис.1. Влияние на срок службы батареи

Распространенной практикой является адаптация коммерческих систем кондиционирования для работы на объектах с неидеальными условиями окружающей среды. Это подразумевает использование средств поддержания необходимой влажности, а также применение покрытий с повышенной стойкостью к коррозии. Однако этих мер часто оказывается недостаточно для противодействия ускоренному износу в тяжелых условиях эксплуатации. Кроме того, уплотнения и шкафы с аппаратурой обычно не рассчитаны на обеспечения изоляции системы кондиционирования и защищаемого оборудования от "необработанного" воздуха, находящегося в производственных помещениях.



Наиболее современные решения в части защиты от неблагоприятных внешних факторов предполагают централизованную защиту по типу "датацентров", изолированных от производственной среды. Это предполагает использование специализированных промышленных систем кондиционирования воздуха, воздухонепроницаемых оболочек и модульных конструкций, обеспечивающих надлежащую изоляцию чувствительного оборудования. Это позволяет реализовать разводку кабелей, кондиционирование воздуха, и защиту от перебоев с питанием в одном и том же месте.

Для получения информации о состоянии питания и окружающей среды на объекте в реальном времени требует наличия инфраструктуры, обеспечивающей обмен соответствующими данными. Для этого необходимо, чтобы оборудование, ответственное за качество электроснабжения, было интегрировано в общую систему управления технологическим процессом. Первое, что для этого требуется, это наличие у каждого компонента оборудования интерфейсов связи. При этом возможности системы контроля состояния объекта могут варьировать от простого "надзора" за работой одиночного ИБП или климатической установки до сбора всей информации, относящейся к электроснабжению, управлению климатом и обеспечению безопасности. Мониторинг всех действий, независимо от места их совершения, может производиться из единого центра.

Для успешной реализации мер по защите чувствительного оборудования необходимо позаботиться о наличии надлежащей техподдержки и обслуживания. Поддержание высокого коэффициента готовности всего производства подразумевает доступ к соответствующим услугам. Эти услуги могут оказываться как собственной службой предприятия, так и подрядчиком на договорной основе. Использование услуг сторонних организаций позволяет обеспечить стабильный и последовательный контроль над работой всей системы. Кроме того, силами внешнего провайдера может выполняться обучение персонала, ввод системы в эксплуатацию и ее дальнейшее обслуживание. При этом важным требованием к обслуживающей организации является ее способность к быстрому реагированию, независимо от того, идет ли речь об оперативной замене небольшого ИБП, или же об устранении неполадок в крупном узле, отвечающем за обеспечение работы критически важных участков производства. Программа мероприятий по повышению надежности работы предприятия должна включать выбор номинальных параметров компонентов, выбор конфигурации системы и оценку требований к условиям окружающей среды в зонах размещения критического оборудования.



Для того чтобы парализовать работу современного предприятия, не обязательно требуется полное обесточивание производства. Без надлежащей защиты работа компьютерных систем, находящихся на территории предприятия, может быть нарушена чем угодно, начиная от ошибок в данных и заканчивая поломкой каких-либо компонентов. И это может привести к повреждению оборудования. Для реализации эффективной защиты необходимо решить множество проблем, связанных с жесткими условиями на объекте, где используется электронное оборудование, что требует всеобъемлющего и взвешенного подхода. Если принятый подход правилен, возможно, исключение остановок технологических процессов даже в случаях выполнения плановых ремонтов оборудования или замены тех или иных устройств при их отказе.

УДК 621.3

Расулов Х.И.*

ТАВСИФИ ҲАРАКАТОВАРҲОИ ЭЛЕКТРИИ АВТОМАТОНИДАШУДА ВА ХУСУСИЯТҲОИ ОНХО

*Магистранти курси 2 ихтисоси “1-43 01 03 – Таъмини барқ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226

Давраҳои тараққиёт, сохтор, мавхус ва элементҳои асосии ҲЭАмебошад. Бо ёрии ҳаракатовари электрикии автоматикунонидашуда ҷойивазкунии зарурӣ дар дастгоҳҳои оҳанбурранда, мошинҳои гуногуни коркардунада, воситаҳои нақлиёт, дар таҷҳизоти бардоранда ва механизми иҷроия иҷро карда мешавад. Истифодабарандаи асосии қувваи барқи истеҳсолшаванда ин ҳаракатовари барқӣ мебошад.

Се давраи тараққиёти ҳаракатовари барқиро фарқ мекунад:

– давраи якум: ҲЭ гурӯҳӣ – 1 муҳаррик энергияи механикиро ба якчанд агрегатҳо медиҳад. На он қадар мукамал – суръати ҳар ҳаракатоварро танзим карда наметавонад. Танзимкунии суръат бо ёрии ҳаракатдиҳандаи механикӣ имкон дорад.

– давраи дуюм: ҲЭ инфиродӣ – ҳар як мошина муҳаррики барқии худро дорад, ҳаракатовар боз системаро идора мекунад;

– давраи сеюм: ҲЭ бисёрмуҳаррика – вақте ки ба ҷойи як муҳаррик барои ҳаракати органи корӣ якчанд муҳаррикро ба кор мебаранд;



Ҳаракатовари барқӣ гуфта таҷҳизоти электромеханикие номида мешавад, ки барои ба ҳаракат овардани органҳои кории мошинҳо ва идоракунии равандҳои технологияи онҳо муқаррар шудааст, ки аз таҷҳизоти ҳаракатгузаронанда ва идоракунонда иборат аст.

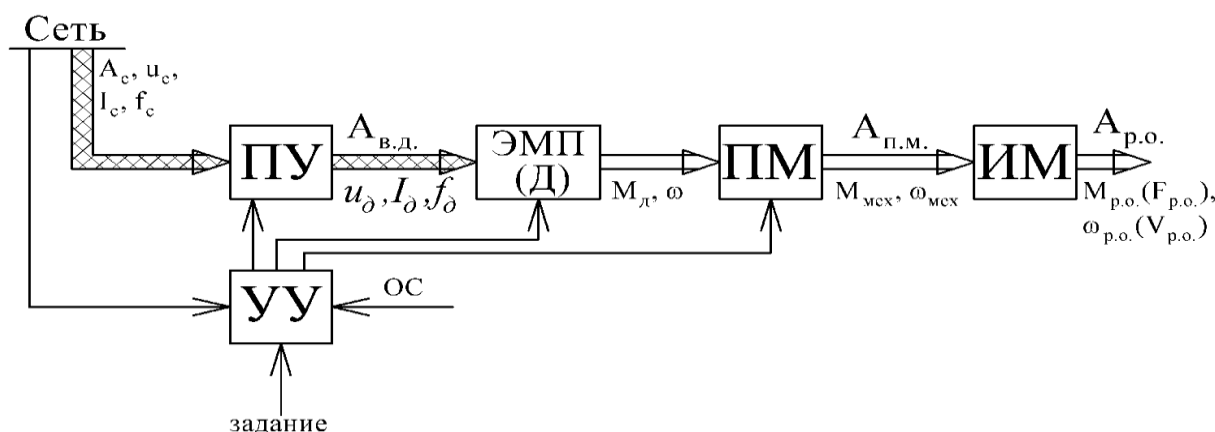
Хусусияти ҲЭА аз он иборат аст, ки энергияи барои идоракунии ҷараёнҳо лозима автоматикӣ иҷро карда мешавад. Ба тӯфайли ба кор бурдани ҲЭА инсон на танҳо аз меҳнати ҷисмонӣ озод мешавад, балки аз ӯ боз вазифаи коркарди мувофиқаткунандаи маълумот гирифта мешавад.

Се намуди асосии элементро ҷудо мекунанд:

1) қисми механикии ҳаракатовар, ки механизми гузаронанда ва механизми иҷрокунондаро дарбар мегирад. Барои гузаронидани энергияи механикӣ ба органи иҷрокунондаи мошинаи корӣ ва барои тағир додани намуд ва суръати ҳаракат ва қувва муқаррар шудааст (лаҳзаи даврзанӣ).

2) таҷҳизоти муҳаррики барқӣ дошта (ЭМП), барои табдил додани энергияи электрикӣ ба механикӣ ё механикӣ ба электрикӣ муқаррар шудааст.

3) *системаи идоракунии* (таҷҳизоти идоракунонда), ки аз қисми табдилдиҳандаи қуввагӣ, таҷҳизоти идоракунонда, таҷҳизоти ба кор андозанда ва датчики алоқаҳои баръакс. Қисми интеллектуалии ҳаракатовари барқӣ.



Расми 1. Схемаи таркиби ҳаракатовари барқии автоматикунонидашуда

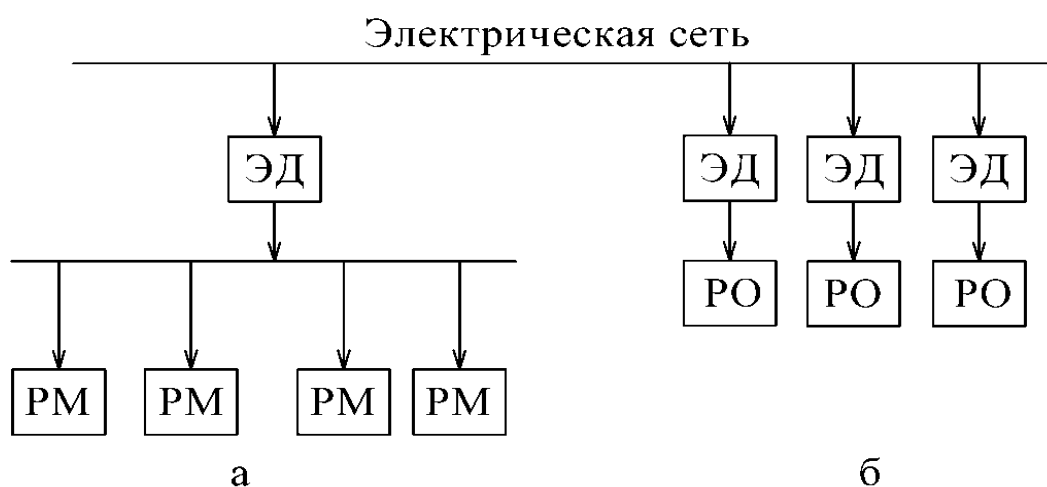
Таснифоти намудҳои ҳаракатоварҳои барқӣ

Аз рӯи намуди ҷараён Ҳаракатовари барқии ҷараёнаш тағирёбанда ва доимӣ. Айни ҳол тамоюли гузарши ба ҳаракатовари ҷараёнаш тағирёбанда (асинхронӣ) мушоҳида мешавад. Ин бо якчанд омилҳо алоқаманд аст: арзиши камтарин дар натиҷаи одди будани сохт, имконияти ҳосил кардани динамикаи беҳтарин. Камбудии асосӣ – душвории калони тавсифи математикӣ ва қонунҳои идоракунии.

Бо тарзи тақсимкунии энергияи механикӣ



1) ҲЭ-и гурӯҳӣ ҳаракати органҳои кори якчанд мошинҳои корӣ ё якчанд органҳои иҷрокунандаи як мошинаи кориро таъмин мекунад. Гузаронидани энергияи механикӣ аз як муҳаррик ба якчанд мошинҳои корӣ ё тақсимкунии он байни онҳо бо ёрии як ё якчанд трансмиссияҳо иҷро карда мешавад. Айни ҳол умуман номукамалии техникӣ ба назар гирифта намешавад. Қойи худро ба ҳаракатоварҳои инфиродӣ ва бо ҳамдигар алоқаманд супоридааст.



Расми 2. Схеми таркибии ҳаракатовари барқии гурӯҳӣ (а) ва инфиродӣ (б)

2) Ҳаракатовари инфиродӣ аз муқоиса бо гурӯҳӣ як қатор бартарҳо дорад. Хонаҳои истехсолӣ бо трансмиссияҳои вазнин ва таҷҳизотҳои ҳаракатгузаронанда банд намешаванд; шароити кор беҳтар шуда маҳсулнокии меҳнат дар натиҷаи сабук шудани идоракунии механизмҳои алоҳида беҳтар мешаванд. Ҳаракатовари инфиродӣ бо нишондиҳандаҳои нисбатан беҳтарин фарқ мекунад. Ҳаракатгузаронии механикӣ назаррас осон мешаванд, дақиқии кори ҳаракатовар баланд мешавад. Ҳангоми истифодаи ҲЭ-и инфиродӣ барои автоматикӣ қунондани кори мошина ва равандҳои технологӣ шароитҳои нисбатан мусоид фароҳам оварда мешаванд. Чунин ҲЭ дар дастгоҳҳои мураккаби оҳанбурра, дастгоҳҳои суфтакунанда, экскаваторҳо, мошинҳои бардорандаи нақлиётӣ, роботҳо ва ғ. ва сеъ истифода бурда мешаванд.

3) ҲЭ-и бо ҳамдигар алоқаманд ду ё якчанд муҳаррикҳои механикии байни ҳамдигар алоқаманд дорад. Мисоли ҲЭ-и бо ҳамдигар алоқаманд шуда ҳаракатовари конвейери занҷири дароз хизмат мекунад. Органи кори чунин конвейер занҷир мебошад, ки бо якчанд муҳаррикҳо ба кор дароварда мешавад, ки бар дарозии конвейер шинонида мешавад. ҲЭ-и бо ҳамдигар алоқаманд ба таҷҳизотҳои кашонанда, мошинҳои коғазсозанда, агрегатҳои бофандагӣ, дастгоҳҳои суфтакунандаи истехсолоти металл ва м.и. истифода бурда мешаванд. Яке аз гуногуннамудии ҲЭ-и бо ҳамдигар алоқаманд ин



ҳаракатовари бисёрмуҳаррика мебошад – ин ҳаракатоваре, ки дар он якчанд муҳаррикҳо ба наварди умумӣ кор мекунанд. Аз рӯи намуди ҳаракат ҲЭ-и реверсивӣ ва ғайриреверсивии ҳаракаташ баргарданда ё ки даврзанандаро фарқ мекунанд.

Аз рӯи дараҷаи идорашавандагӣ

1) танзимшаванда – барои ба кор даровардани органи иҷрокунандаи мошинаи корӣ бо як суръат, нишондиҳандаҳои ҳаракатовар танҳо дар натиҷаи амалҳои шубҳанок иваз мешаванд;

2) танзимшаванда - суръати органи кори бар ҳадҳои нишондодашуда иваз мешаванд, нишондиҳандаҳои ҳаракатовар таҳти таъсири таҷҳизоти идоракунанда иваз шуда метавонанд;

3) барномавӣ – идорашаванда – суръати даврзанӣ мувофиқи баъзе барнома;

4) назоратӣ – автоматикӣ ҷойивазкунии органи иҷрокунандаи мошинаи кориро бо дақиқии муайян мувофиқи сигнали худ аз худ ивазшаванда коркардшаванда;

5) адаптивний – автоматикески избирающий структуру или параметры системы управления при изменении условий работы машины с целью выработки оптимального режима.

Аз рӯи намуди таҷҳизоти ҳаракатгузаронанда

1) Редукторӣ, ки дар он муҳаррики барқӣ ҳаракати даврзанандаро ба органи кории мошина бо воситаи редуктор медиҳад.

2) Бередуктор – ҳаракатдиҳӣ бевосита ба органи корӣ иҷро мешавад, ки бо воситаи таҷҳизоти ҳаракатгузаронанда, ки редуктор надорад иҷро карда мешавад.

Аз рӯи сатҳи автоматизатсия

1) Ғайри автоматикӣ. Дастӣ идоо карда мешавад. Дар таҷҳизотҳои иқтидораш паст, техникаи маишӣ ва тиббӣ ба кор бурда мешавад.

2) Автоматикикунонидашуда. Танзимкунии нишондиҳандаҳо автоматикӣ ба амал меояд, супоришҳои идоракунандагӣ дастӣ дода мешавад.

3) Автоматикӣ. Таъсири идоракунандагӣ автоматикӣ, бе иштироки оператор коркард карда мешаванд.

Ҳаракатовари автоматикӣ кунонидашудаи инфиродӣ дар амаи муҳитҳои ҳаёт васеъ истифода мешавад – аз истехсолоти саноатӣ то муҳити маишӣ. Доираи истифода бо диапазони калони иқтидорҳо ва имкониятҳои калони автоматикӣ кунонидан ва идоракунӣ, боз самаранокии энергетикӣ ҳаракатоварид барқӣ муайян карда мешавад. ҲЭ имкониятҳои калонро ба танзимкунии ҷараёни энергия таъмин мекунад. Системаҳои муосири идоракунии барномавии равандҳои технологӣ, таҷҳизотҳо, таҷҳизотҳои аз рӯи



ягон як критерия кори ҳаракатовари барқӣ ва механизмро оптимизатсиякунанда истифода мешаванд, истифодаи принципҳои идоракунии автоматикии мутобиқати таракқи мекунад.

Хусусияти якуми таракқиёти ҳаракатовари барқӣ ин васеъ шудани муҳити истифодадаи ҳаракатовари танзимшаванда мебошад, ки ба таври асосӣ аз ҳисоби афзоиши миқдорӣ ва сифатии ҳаракатоварҳои танзимшавандаи ҷараёнаш тағирёбанда ба туфайли мувафакқиятҳои айни ҳол дар муҳити техникаи нимноқила ноил шудааст.

Хусусияти хоси дуюми таракқиёти ҳаракатовари муосир ин бошиддат баланд шудани талаботҳои технологӣ ба нишондиҳандаҳои динамикӣ ва дақиқии ҳаракатовари барқӣ, васеъ шудан ва душвор гардидани вазифаҳои он мебошад, ки бо идоракунии равандҳои технологӣ ва зиёдшавии мувофиқаткунандаи мураккабиҳои системаи идоракунии ҳаракатоварҳои барқӣ алоқаманданд.

Ба сифати хусусияти сеюми таракқиёт тамоюлро ба сохтани таҷҳизоти унификатсионии блокдор ҷудо кардан мумкин аст.

Тамоюл ба сода кардани занҷирҳои кинематикии механизмҳо ба сохтан ва ба кор бурдани ҳаракатовари бередуктора меорад. Барои ин мақсад муҳаррикҳои оромгардро бо суръати даврзании 8-120 гард/дақ ба кор мебаранд. Ба андозаҳои калон нигоҳ накарда, чун қоида ба кор бурдани ҳаракатовари бередуктора бо нишондиҳандаҳои беҳтарини энергетикӣ, эътимоднокии калон ва зудамалӣ исбот карда мешавад. Боз дар ин самт таракқиёти муҳаррикҳои хаттӣ меравад, ки ба максималӣ сода кардани кинематика ва фароҳам овардани қулайҳои максималӣ барои таҳрикунии оптималии мошинҳо дар ҳаракати воридшавандаи органҳои корӣ имконият медиҳанд.

Аз барои он ки аз нисф зиёди энергияи коркардшаванда бо ҳаракатовари барқӣ истифода бурда мешавад, талаботҳо ба табдилдиҳии энергия аз электрикӣ ба механикӣ ба ҳаракатовари барқӣ бо талафотҳои минималӣ пешниҳод карда мешаванд.

Солҳои охир интенсификатсияи тадқиқотҳои фундаменталӣ ва заминагузор қайд карда мешавад, ки ба ёфтани роҳҳои истифодаи ратсионалии энергетикӣ ва сохтани технологияҳои энергиясарфакунанда равона карда шудаанд. Энергиясарфакунӣ ба қатори самтҳои афзалиятноки таракқиёти илм, техника ва технологияи ФР дохил мешавад, асоси барномаҳои гуногуни илмӣ – техникӣ сатҳи соҳавӣ ва ҷумҳуриявиро ташкил медиҳад, коркардҳои мувофиқаткунанда бошад потенциали навоарӣ доранд.

Истифодабарандаи асосии қувваи барқ ин ҳаракатоварҳои барқӣ (ҲЭ) мебошанд, ки дар таркиби таҷҳизот ва агрегатҳои гуногуни саноатӣ ва нақлиётӣ кор мекунанд. Барои баланд кардани самаранокии энергетикӣ равандҳо дар ҲЭ қарорҳои гуногуни техникӣ истифода мешаванд, ки бо тағирёбии речаҳои



кори табдилдиҳандаҳои қуввагӣ [1, 2]; интихоби ратсионалии таркиби ҳамаи система; бо истифодаи танзимкунакҳои автоматикӣ ва ға. алоқаманданд.

УДК 621.3

Раҳимов О.С., Мирзоев Д.Н.

ИСТИФОДАИ БАРНОМАҲОИ КОМПЮТЕРӢ ДАР ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲОИ ФИЗИКӢ

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226

Дар замони муосир, омода намудани мутахассисони арзанда дар соҳаи худ, яке аз масъалаҳои муҳими ҳукумати мамлакат ба ҳисоб рафта, вобаста ба ин бо дастуру супоришҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ-Пешвои миллат, президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон солҳои 2020-2040 – “Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф” эълон гардид. Дар асоси ин дастур мо бояд омӯзиши илмҳои дақиқро дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ ҷоннок намоем.

Ба ҳамагон маълум аст, ки фанни физика яке аз фанҳои заминавии фанҳои таҳассусӣ ба ҳисоб рафта, омӯзиши ин фан барои соҳаҳои техникӣ ҳатмӣ мебошад. Фанни мазкур ба 80%-и гурӯҳҳои ихтисосҳои дар донишкада буда, таълим дода мешавад. Аз ин лиҳоз, барои гузаронидани дарсҳои амалии фан, роҳ ва усулҳои нави муосирро дар раванди омӯзиши ҳалли масъалаҳои физикӣ истифода кардан лозим аст.

Барои ҳал кардани масъалаҳои физикӣ дар раванди дарсҳои амалӣ мо метавонем барномаҳои амалии MS Excel, Matlab, Multisim, Matcad, Maple ва забонҳои барномасозии Visual Basic, Python истифода намоем. Дарсҳои амалии фанни физика ба намуди ҳал кардани масъалаҳо ва иҷрои корҳои лабораторӣ гузаронида мешавад. Барои татбиқи барномаҳои амалии компютерӣ масъалаи зеринро дар муҳитҳои барномаҳои зикршуда, дида мебароем:

Масъала: Кадом массаи m бензинро муҳаррики автомобил дар роҳи $s = 100$ км сарф мекунад, агар тавоноии муҳаррик $N = 11$ кВт, суръати ҳаракати он $v = 30$ км/соат, коэффитсиенти кори ғойданоки муҳаррик $\eta = 0,22$ ва гармии хоси сӯзиши бензин $q = 46$ МҶ/кг бошад [1,2,3,4].

Дода шудааст: $s = 100\ 000$ м, $N = 11$ кВт = 11 000 Вт, $v = 36$ км/соат = 10 м/с, $\eta = 0,22$, $q = 46$ МҶ/кг = 46 000 000 Ҷ/кг.



Ёфта шавад: $m = ?$

Ҳал: Ҳангоми ҷойивазкунии автомобил ба масофаи s муҳаррики он кори зеринро иҷро мекунад [2,5].

$$A = Q = \frac{Nt}{\eta} = \frac{Ns}{\eta\vartheta} = qm, \quad (1)$$

Формулаи 1-ро табдил дода, массаи сарфшудаи бензинро бо ифодаи зерин муайян мекунем:

$$m = \frac{A}{q} = \frac{Ns}{q\eta\vartheta'} \quad (2)$$

Қиматҳои ададиро ба формулаи 2 гузошта, массаи сарфшудаи бензинро ҳисоб мекунем.

$$m = \frac{11000 \text{ Вт} \cdot 100000 \text{ м}}{46\,000\,000 \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}} \cdot 0,22 \cdot 10 \text{ м/с}} = \frac{110}{10,12} \text{ кг} = 10,87 \text{ кг}$$

Ҷавоб: Автомобил 10,87 кг бензинро дар масофаи 100 км сарф менамояд.

Барои боварӣ ҳосил намудани натиҷаҳо бо барномаҳои зерин масъалаи мазкурро ҳал менамоем:

– бо барномаи MS Excel;

C10		fx		=B3*B2/(B6*B5*B4)		
	A	B	C	D	E	F
1	Дода шудааст:					
2	$s =$	100000	м			
3	$N =$	11000	Вт			
4	$\vartheta =$	10	м/с			
5	$\eta =$	0,22				
6	$q =$	46000000	Ҷ/кг			
7	Ёфта шавад:					
8	$m = ?$					
9	Ҳал:					
10	$m = \frac{Ns}{q\eta\vartheta} =$		10,87			

– бо забони барномасозии Visual Basic;



```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Dim s, N, v, n, q, m As Double  
s = Val(TextBox1.Text)  
N = Val(TextBox2.Text)  
v = Val(TextBox3.Text)  
n = Val(TextBox4.Text)  
q = Val(TextBox5.Text)  
m = a * s / (v * n * q)  
TextBox6.Text = m  
End Sub
```

– бо забони барномасозии Python;

```
>>> s=100000  
>>> N=11000  
>>> v=10  
>>> n=0.22  
>>> q=46000000  
>>> m=N*s/(q*n*v)  
>>> print(m)  
10.869565217391305
```

```
Python 3.5.2 Shell  
File Edit Shell Debug Op  
Python 3.5.2 (v3.5.2:  
tel)] on win32  
Type "copyright", "cr  
>>> s=100000  
>>> N=11000  
>>> v=10  
>>> n=0.22  
>>> q=46000000  
>>> m=N*s/(q*n*v)  
>>> print(m)  
10.869565217391305  
>>>
```

– бо барномаи Matlab;



```
MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory:
Launch Pad
+ MATLAB
+ Communications
+ Control System
+ Data Acquisit:
+ Database Toolk
+ Datafeed Toolk
+ Filter Design
+ Financial Der:
+ Financial Time
+ Financial Tool
+ Fuzzy Logic To
+ GARCH Toolbox
+ Image Process:
+ Instrument Con
+ LMI Control To
+ MATLAB Compile
+ MATLAB Report
+ MATLAB Runtime
+ MATLAB Web Ser
+ MPC Toolbox
+ Mapping Toolbo
+ Motorola DSP I
+ ...
Workspace
Command History
n=0.22
q=46000000
m=N*s/(q*n*V)
Command Window
>> s=100000
s =
    100000
>> N=11000
N =
    11000
>> V=10
V =
    10
>> n=0.22
n =
    0.2200
>> q=46000000
q =
    46000000
>> m=N*s/(q*n*V)
m =
    10.8696
>>
```

Аз рӯи натиҷаҳо маълум мегардад, ки ҷавоби масъалаи ҳал намудаи мо дуруст будааст. Чунин имкониятҳоро барои ҳалли масъалаҳо истифода намоем аз манфиат холи нест, зеро донишҷӯён як масъаларо ба таври комил дарк намуда, қобилияти эҷодияшон пурзӯр мегардад.

Хулоса, дар раванди дарсҳои амалии фанни физика истифодаи барномаҳои компютерӣ имконияти фаъмиши мукаммали масъаларо дар зеҳни донишҷӯён ба вуҷуд оварда, малакаи эҷодии онҳоро рушд медихад. Махсусан барои ихтисосҳои барномарезӣ ин намуди усул заминаи ба объект нигаронидашудани



барномарезиро ба амал меорад. Барои дигар ихтисосҳо барномаҳои мазкур санчиши натиҷаҳо бадастомада ва боварӣ ҳосил намудани онҳо имконпазир мебошад.

Адабиёти истифодашуда

1. Волькенштейн В.С. «Сборник задач по курсу общей физики». – М.: Издательский центр Академия, 1999. – 450 с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Издательский центр Академия, 2000. – 557 с.
3. Савельев В.И. Курс общей физики том. 1-11. – М.: «Наука», 1982. – 550 с.
4. Рымкевич А.П. Маҷмӯи масъалаҳо аз физика – Душанбе: Нашриёти ирфон, - 250 с.
5. Шапошникова С. Основы программирования на Python - 2011.

УДК 621.313

Рустамова М.З., Хомидов М.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА MULTISIM

Худжандский государственный университет имени академика Б.Гафурова
735700, Республика Таджикистан, г.Худжанд, пр. Мавлонбекова 1

В электрических цепях постоянного и переменного тока режимы работы подразделяются на установившиеся и переходные. Установившимися называются режимы, при которых в цепях постоянного тока токи и напряжения неизменны во времени, а в цепях переменного тока токи и напряжения являются периодическими функциями времени.

Переходными процессами (режимами) называются процессы, возникающие в электрических цепях при переходе от одного установившегося режима к другому, отличающемуся от предыдущего. При переходном процессе значения токов и напряжений на отдельных участках цепи могут существенно отличаться от этих значений при установившемся режиме, что в ряде случаев приводит к нарушениям нормальной работы электрических устройств. Исключительную роль играют переходные процессы в системах автоматического управления, в импульсной и измерительной технике. Изучение переходных процессов требует понимания физики происходящих



явлений и умения анализировать переходные процессы в электрических цепях. Поэтому задача получения проведения количественного и качественного анализа переходных процессов в электрических цепях очень актуальна. Также важно экспериментальный анализ переходных процессов. В данной статье рассматриваются возможности применения компьютерной программы *MULTISIM* компании *National Instruments* для моделирования и изучения переходных процессов в линейных электрических цепях. Интерфейс программы имитирует виртуальную лабораторию с большим набором различных активных и пассивных элементов электрических цепей и широкий спектр контрольно- измерительных приборов, что приближает ее к реальному лабораторному стенду [1]

Для цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивлений индуктивности и емкости имеем [2,3]:

$$ri_{CB} + L \frac{di_{CB}}{dt} + U_{C,CB} = 0 \quad (1)$$

где

$$i_{CB} = \frac{dq_{CB}}{dt} = C \frac{dU_{C,CB}}{dt}$$

Подставляя значения i_{CB} в уравнения (1) и после дифференцирования получаем для $U_{C,CB}$ – дифференциальное уравнение второго порядка

$$\frac{d^2 U_{C,CB}}{dt^2} + \frac{r}{L} \frac{dU_{C,CB}}{dt} + \frac{1}{LC} U_{C,CB} = 0 \quad (2)$$
$$\frac{d^2 i_{CB}}{dt^2} + \frac{r}{L} \frac{di_{CB}}{dt} + \frac{1}{LC} i_{CB} = 0$$

Для решения любого из этих дифференциальных уравнений составим характеристическое уравнение:

$$P^2 + \frac{r}{L}P + \frac{1}{LC} = 0 \quad (3)$$

Характер свободного процесса зависит только от параметров цепи – R, L, C, т.е. от вида корней характеристического уравнения

$$P_{1,2} = -\frac{r}{2L} \pm \sqrt{\frac{r^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}} \quad (4)$$

Знак подкоренного выражения определяет, будут ли корни вещественные или комплексные.

Апериодическим разрядом конденсатора, заряженного до напряжения U_0 , на активное сопротивление и катушку индуктивности, называется разряд, при котором напряжение на конденсаторе монотонно спадает от величины U_0 до 0, т.е. не происходит переразряд конденсатора. Апериодический характер свободного процесса (разряда конденсатора) имеет место, если корни характеристического уравнения вещественны, т.е.



$$\frac{r^2}{4L^2} > \frac{1}{LC} \quad r > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Значение $r_{кр} > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ называется критическим сопротивлением контура.

Это такое наименьшее сопротивление, при котором свободный процесс еще имеет апериодический характер.

Корни P_1 и P_2 будут вещественные и различные, если выполняется неравенство:

$$r > r_{кр}$$

тогда свободная составляющая напряжения на конденсатора определяется уравнением:

$$U_{c,св} = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} \quad (5)$$

где A_1 и A_2 – вещественные постоянные интегрирования, определенные из начальных условий;

P_1 и P_2 – вещественные и различные корни характеристического уравнения (3). Корни обязательно отрицательные, т.к. свободный процесс затухает во времени.

Свободный ток

$$i_{св} = C \frac{dU_{c,св}}{dt} = C(A_1 P_1 e^{P_1 t} + A_2 P_2 e^{P_2 t}) \quad (6)$$

При разрядке конденсатора принужденное напряжение на емкости и ток равны нулю. Поэтому их переходные значения равны:

$$U_c = U_{c,св}; \quad i = i_{св}$$

Из начальных условий $U_c = U_0$ и $i = 0$ определим значения постоянных интегрирования, подставив начальные условия в уравнения (5) и (6),

$$\begin{aligned} U_0 &= A_1 + A_2 \\ 0 &= A_1 P_1 + A_2 P_2 \end{aligned}$$

Отсюда

$$A_1 = \frac{P_2 U_0}{P_2 - P_1}; \quad A_2 = -\frac{P_2 U_0}{P_2 - P_1}$$

Подставив значения постоянных интегрирования в уравнения (5) и (6), получим напряжения и ток

$$U_c = U_{c,св} = \frac{U_0}{P_2 - P_1} (P_2 e^{P_1 t} - P_1 e^{P_2 t}) \quad (7)$$

$$i = i_{св} = \frac{CP_2 P_1 U_0}{P_2 - P_1} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) \quad (8)$$

Если корни характеристического уравнения вещественные и разные, т.е. сопротивление контура r равно критическому $r_{кр}$, то



$$P_1 = P_2 = P = -\frac{r}{2L} \quad (9)$$

Этот случай называют предельным случаем аperiodического разряда конденсатора. Общее решение дифференциального уравнения и этом случае:

$$U_c = U_{c.св} = (A_1 + A_2 t)e^{Pt} \quad (10)$$

$$i = i_{св} = C(A_2 + PA_1 + PA_2 t)e^{Pt} \quad (11)$$

из начальных условий находим

$$\begin{aligned} A_1 &= U_0; \quad A_2 = -PU_0 \\ U_c &= U_0(1 - Pt)e^{Pt} \\ i &= -CP^2 U_0 t e^{Pt} = -\frac{U_0}{L} t e^{Pt} \end{aligned}$$

И напряжение на катушке

$$U_L = -L \frac{di}{dt} = U_0(1 + Pt)e^{Pt}$$

Разряд будет периодическим (колебательным), если сопротивление контура меньше критического $r < r_{кр}$, тогда корни характеристического уравнения комплексным – сопряженными. Обозначим:

$$b = \frac{r}{2L}; \quad \omega_p = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{4L^2}} = \frac{2\pi}{T_0} \quad (12)$$

где ω_p – частота собственных колебаний контура;

T_0 – период собственных колебаний, тогда

$$b^2 + \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

Получим значения корней P_1 и P_2 .

$$P_1 = -b + j\omega_0; \quad P_2 = -b - j\omega_0 \quad (13)$$

Решение дифференциального уравнения при комплексных корнях характеристического уравнения имеет вид

$$U_{c.св} = Ae^{-bt} \sin(\omega_0 t + x) \quad (14)$$

$$i_{св} = CAe^{-bt} [-b \sin(\omega_0 t + x) + \omega_0 \cos(\omega_0 t + x)] \quad (15)$$

где x – начальная фаза на емкости. Из начальных условий $U_0 = A \sin x$

$$0 = CA(-b \sin x + \omega_0 \cos x),$$

отсюда

$$A \cos x = \frac{b}{\omega_0} U_0; \quad \operatorname{tg} x = \frac{\omega_0}{b}; \quad A = \frac{U_0}{\omega_0 \sqrt{LC}}$$

Подставляя значения A , $\cos x$ и $\sin x$ в уравнения (14) и обозначая для краткости

$$U_{cm} = U_{Lm} = \frac{U_0}{\omega_0 \sqrt{LC}} = \frac{U_0}{\sin x}, \quad I_m = \frac{U_0}{\omega_0 L}$$



Получим окончательные выражения:

$$U_c = U_{c.св} = U_{cm} e^{-bt} \sin(\omega_0 t + x) \quad (15)$$

$$i = i_{св} = I_m e^{-bt} \sin(\omega_0 t + \pi) \quad (16)$$

$$U_L = U_{L.св} = U_{Lm} e^{-bt} \sin(\omega_0 t - x) \quad (17)$$

Использование программы *Multisim* для исследования переходных процессов продемонстрируем на конкретных примерах. Эти примеры посвящены характерным цепям исследования переходных процессов с использованием двухканального осциллографа.

Пример 1. Электрическая цепь с одним накопителем энергии, где проводится анализ переходных процессов в RC -цепи при подключении (отключении) источника постоянного напряжения (рис. 1).

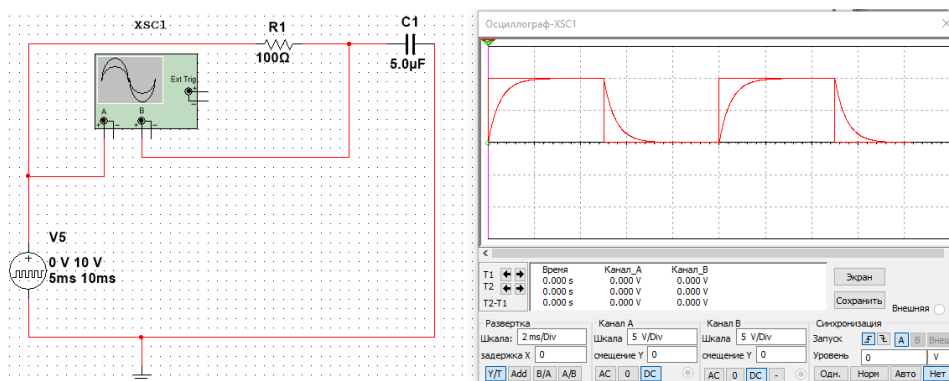


Рис.1. Аперриодический переходной процесс

Пример 2. Изучение переходного процесса в электрической цепи с двумя накопителями энергии. Провели анализ переходных процессов в RLC -цепи при подключении (отключении) источника постоянного напряжения (рис. 2). Определение по осциллограмме переходного напряжения на емкости период колебаний T и амплитуды колебаний (рис. 2).

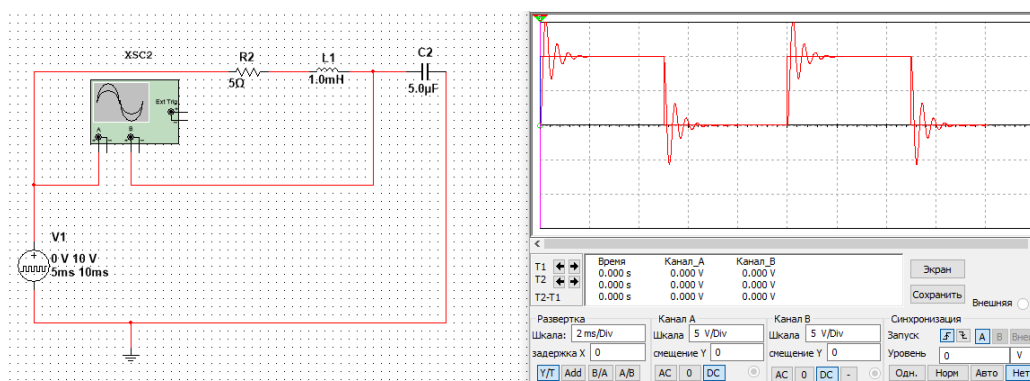


Рис.2. Колебательный переходной процесс



Пример 3. Изучение предельно-апериодического процесса. Схема и результаты исследований приведено на рис.3.

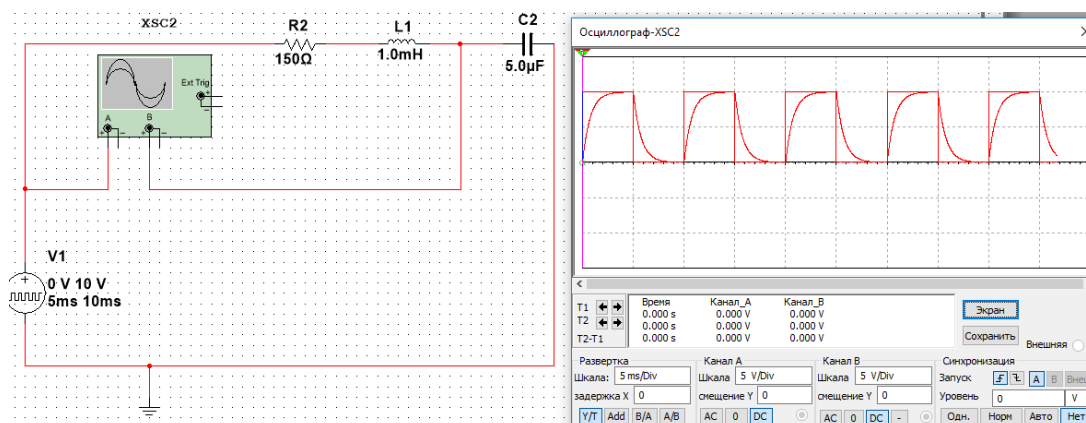


Рис. 3. Предельно - аperiodический переходной процесс

Таким образом, компьютерная программа *Multisim* обладает большими возможностями моделирования различных режимов переходных процессов в линейных цепях. Использование этой программы в учебном процессе предоставляет преподавателю большие возможности в наглядном разъяснении физических явлений и зависимостей при изучении переходных процессов, происходящих в линейных электрических цепях.

Литература:

1. Марченко А. Л., Освальд С. В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim: учебное пособие для вузов. М.: ДМК Пресс, 2010. 448 с.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник. М.: Гардарики, 2007. 701 с.
3. Зевеке Г.В. «Основы теории цепей» М., «Энергия», 1989. 527 с.



УДК 621.313.13

Сайдалиев М.Б.*

ТАҲЛИЛИ ТРАНСФОРМАТОРИ ЯКФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ

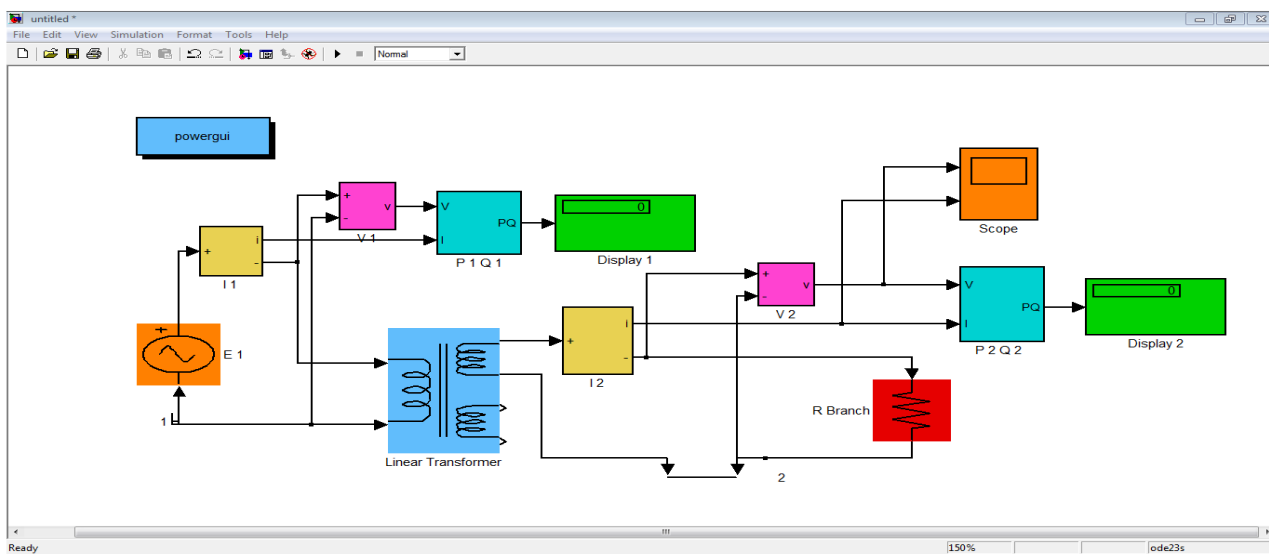
*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автоматии барқӣ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: msaydaliev2001@gmail.com

Аннотатсия. Маълумотҳои умумӣ доир ба трансформатор ва усулҳои моделиронӣ.
Шарҳи модели тадқиқшуда. Ҳисоби параметрҳои трансформатор. Сохтани равандҳои
гузариши параметрҳои трансформатор бо тағирдиҳии бор. Гирифтани натиҷаҳои
ҳосилшуда бо воситаи барномаи матлаб.

Мафҳумҳои асосӣ: трансформатор, барномаи MATLAB, усулҳои моделиронӣ,
ҳисокунии параметрҳо, раванди гузариш ва бор.

Шарҳи модел

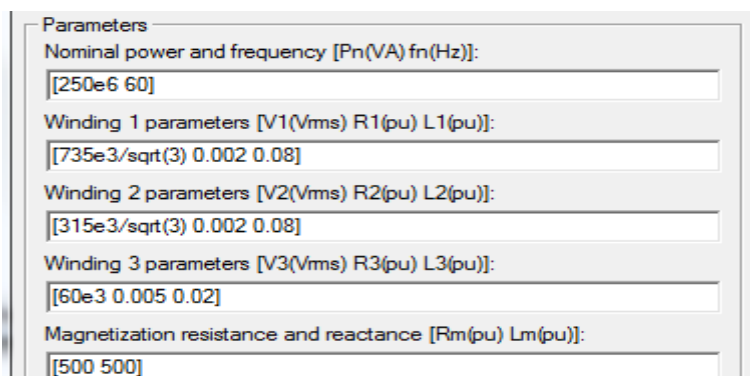
Моделирони трансформатор дар барномаи MATLAB бо истифодаи китобхонаи Power System бо чунин тартиб иҷро карда мешавад: манбаи шиддати тағирёбанда E_1 аз китобхонаи Power System Blockset/Electrical Sources; таҷҳизотҳои ченкунандаи шиддат V_1 , V_2 ва ченкунандаи ҷараён I_1 , I_2 дар занҷирҳои якум ва дуҷуми трансформатор аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement; трансформатори тадқиқшаванда (Linear transformer) ва бор (R branch) аз китобхонаи Power System Blockset/Elements; таҷҳизотҳои ченкунандаи тавоногии активӣ ва реактивӣ дар занҷирҳои якум ва дуҷуми трансформатор (P_1 , Q_1 ; P_2 , Q_2) аз китобхонаи Power System Blockset/Extras/Measurement; отсиллограф (Scope) барои визуализатсияи графикҳои шиддат, ҷараён ва $Display_1$, $Display_2$ барои нишон додани натиҷаҳои рақамии тавоногӣ, дар занҷирҳои якум ва дуҷуми трансформатор аз китобхонаи Simulink/Sinks; блоки истифодабаранда (Powergui), барои ченкунии шиддат ва ҷараён дар занҷирҳои якум ва дуҷуми трансформатор хизмат мекунад.



Расми 1. Модел барои тадқиқи трансформатори якфаза

Ҷадвали 1. Маълумоти техникии трансформатори ТД-16000/35

Тип	S _{ном} , МВА	Пределы регулирования	Каталожные данные							Расчетные данные		
			U _{ном обмоток} , кВ		u _к , %	P _к , кВт	P _х , кВт	I _х , %	R _т , Ом	X _т , Ом	Q _х , квар	
			ВН	НН								
14. ТД-16000/35	16	±2х2,5 %	38,5	6,3; 10,5	8,0	90	21	0,6	0,52	7,4	96	



Расми 2. Равзанаи коркарди трансформатор

Аз расми 2 аён аст, ки барои моделиронии трансформатор маълумоти шиносномавии он нокифоя аст. Аз ҳамин сабаб, маълумоти ҳисобӣ бояд муаян карда шавад.

Ҳисоби параметҳои трансформатор.

$$I_{1Н} = \frac{S_{2Н}}{\sqrt{3}U_{1Н}} = \frac{16 * 10^3}{\sqrt{3} * 35} = 263.9315 \text{ A.}$$



$$Z_k = \frac{U_{1H} U_k \%}{\sqrt{3} I_{1H}^2 100\%} = \frac{35 * 10^3 * 8}{\sqrt{3} * 263.9315^2 * 100} = 5.9888 \text{ Ом.}$$

$$r_k = \frac{P_k}{3 * I_{1H}^2} = \frac{90 * 10^3}{3 * 269.9315^2} = 0.4117 \text{ Ом.}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{r_k}{2} = \frac{0.4117}{2} = 0.2058 \text{ Ом.}$$

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{35}{6.3} = 5.55.$$

$$R_2 = \frac{R_2'}{k^2} = \frac{0.2058}{5.55^2} = 0.0068 \text{ Ом.}$$

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - r_k^2} = \sqrt{5.9888^2 - 0.4117^2} = 5.9476 \text{ Ом.}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{X_k}{2\omega} = \frac{5.9476}{2 * 314} = 0.0095 \text{ Гн.}$$

$$L_2 = \frac{L_2'}{k^2} = \frac{0.0095}{5.55^2} = 0.000308 \text{ Гн.}$$

$$R_m = \frac{U_1^2}{P_x} = \frac{35000^2}{21 * 10^3} = 58.333.33 \text{ Ом.}$$

$$I_{xxa} = \frac{U_1}{\sqrt{3} * R_m} = \frac{35 * 10^3}{\sqrt{3} * 58333.33} = 0.3464 \text{ A.}$$

$$I_{xx} = I_{1H} * \frac{I_x}{100} = 263.9315 * \frac{0.6}{100} = 1.5836 \text{ A.}$$

$$I_{xxr} = \sqrt{I_{xx}^2 - I_{xxa}^2} = \sqrt{1.5836^2 - 0.3464^2} = 1.5452 \text{ A.}$$

$$L_m = \frac{U_1}{\sqrt{3}\omega I_{xxr}} = \frac{35 * 10^3}{\sqrt{3} * 314 * 1.5452} = 41.6479 \text{ Гн.}$$



Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:
[16e6 50]

Winding 1 parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:
[35e3/sqrt(3) 0.2058 0.0095]

Winding 2 parameters [V2(Vrms) R2(pu) L2(pu)]:
[6.3e3/sqrt(3) 0.00668 0.000308]

Winding 3 parameters [V3(Vrms) R3(pu) L3(pu)]:
[60e3 0.005 0.02]

Magnetization resistance and reactance [Rm(pu) Lm(pu)]:
[58333.33 41.6479]

Measurements

OK Cancel Help Apply

Расми 3. Равзанаи коркарди трансформатор.

Block Parameters: Series RLC Branch

Series RLC Branch (mask) (link)
Implements a series RLC branch.

Parameters

Resistance R (Ohms):
[100]

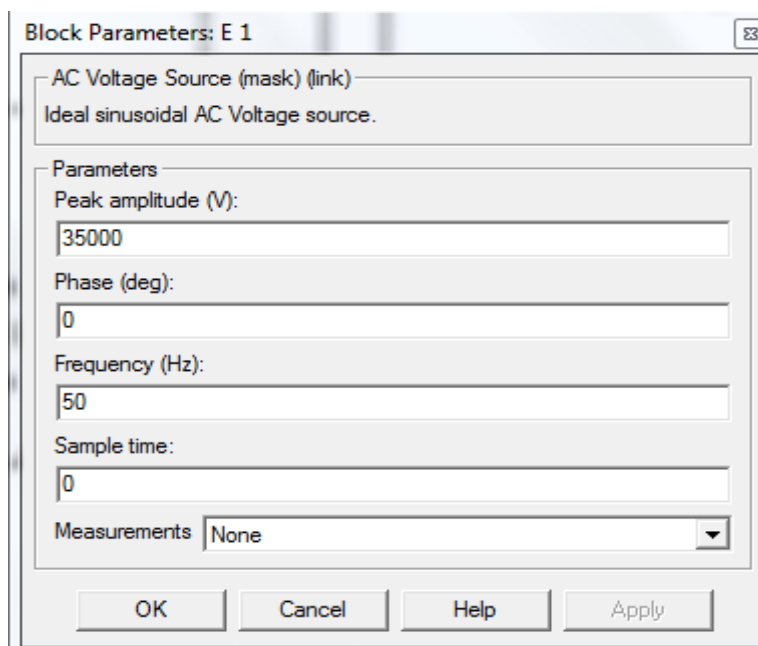
Inductance L (H):
[0]

Capacitance C (F):
[inf]

Measurements

OK Cancel Help Apply

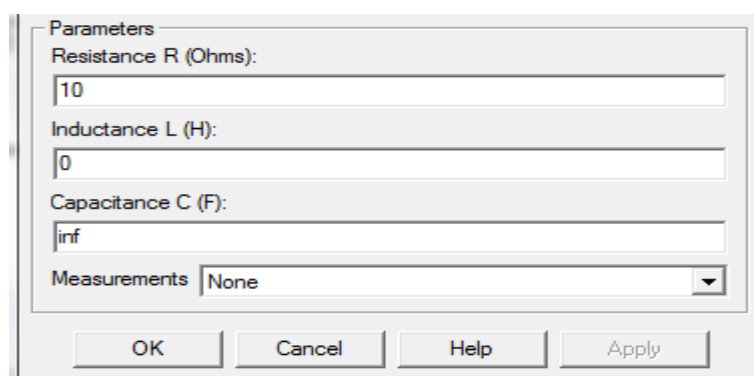
Расми 4. Равзанаи коркарди бор R Branch.



Расми 5. Равзанаи коркарди манбаи шиддат E_1 .

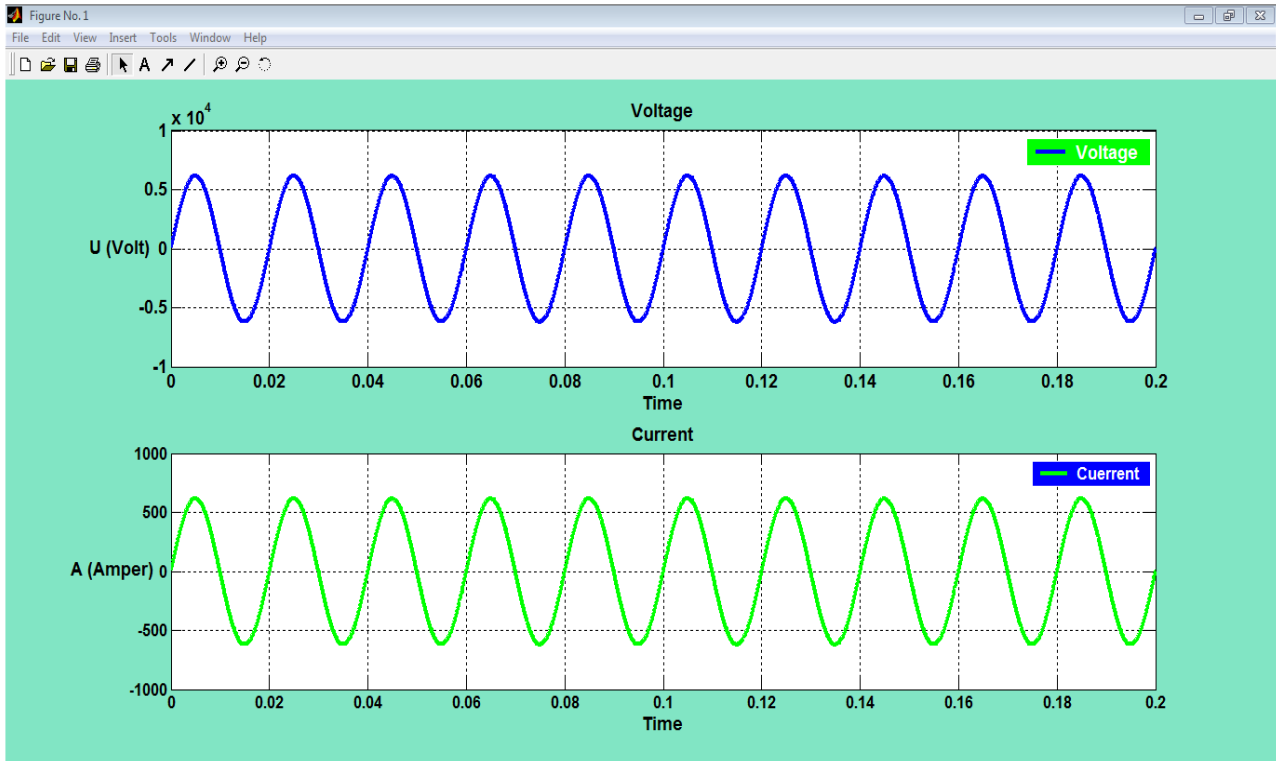
Сохтани равандҳои гузариши параметрҳои трансформатор. Мувофиқи кори лабораторӣ, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии бори активии трансформатор равандҳои гузариши ҷараён ва шиддати симпечи дуҷома трансформатор, сохта мешавад.

Раванди гузариши 1. Ба симпечи дуҷома трансформатор 10 Ом бори активӣ дода, раванди гузаришро месанҷем.

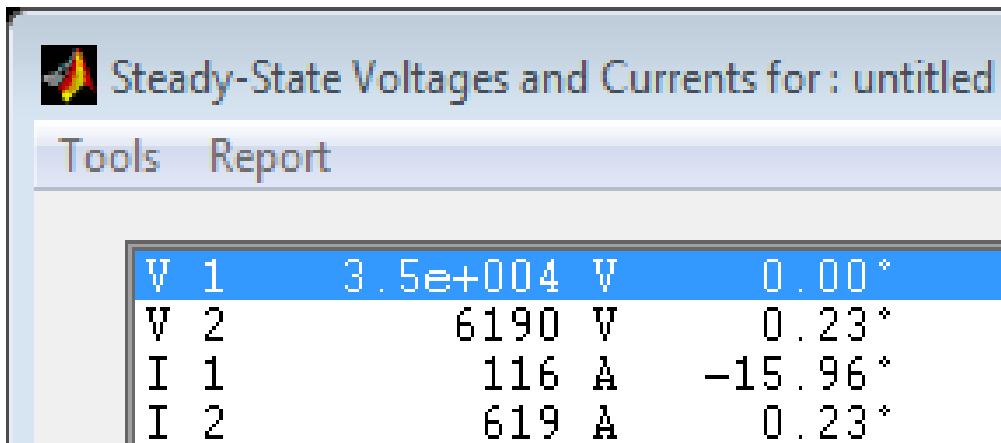


Расми 6. Равзанаи коркарди R Branch ҳангоми бори активӣ 10 Ом будан.

Пас аз гузаронидани раванди гузариш, ба мо маълум шуд, ки қиммати шиддати симпечи дуҷома трансформатор ба $U_2=6190$ в ва қиммати ҷараёни симпечи дуҷома трансформатор ба $I_2=619$ А баробар шуд.

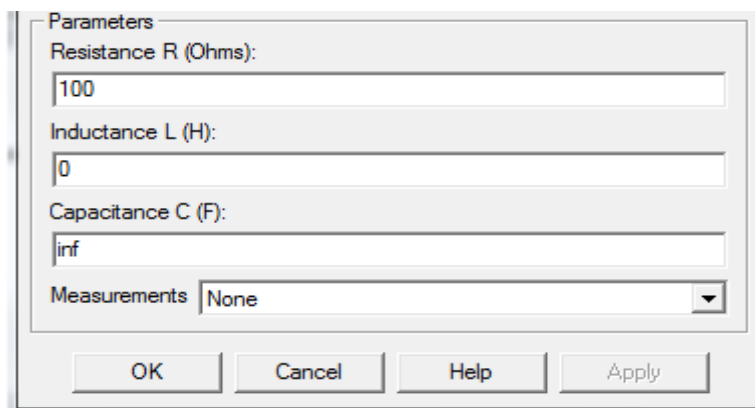


Расми 7. Равандҳои гузариши шиддат ва ҷараёни симпечи дуҷуи трансформатор ҳангоми бори активӣ 10 Ом будан.



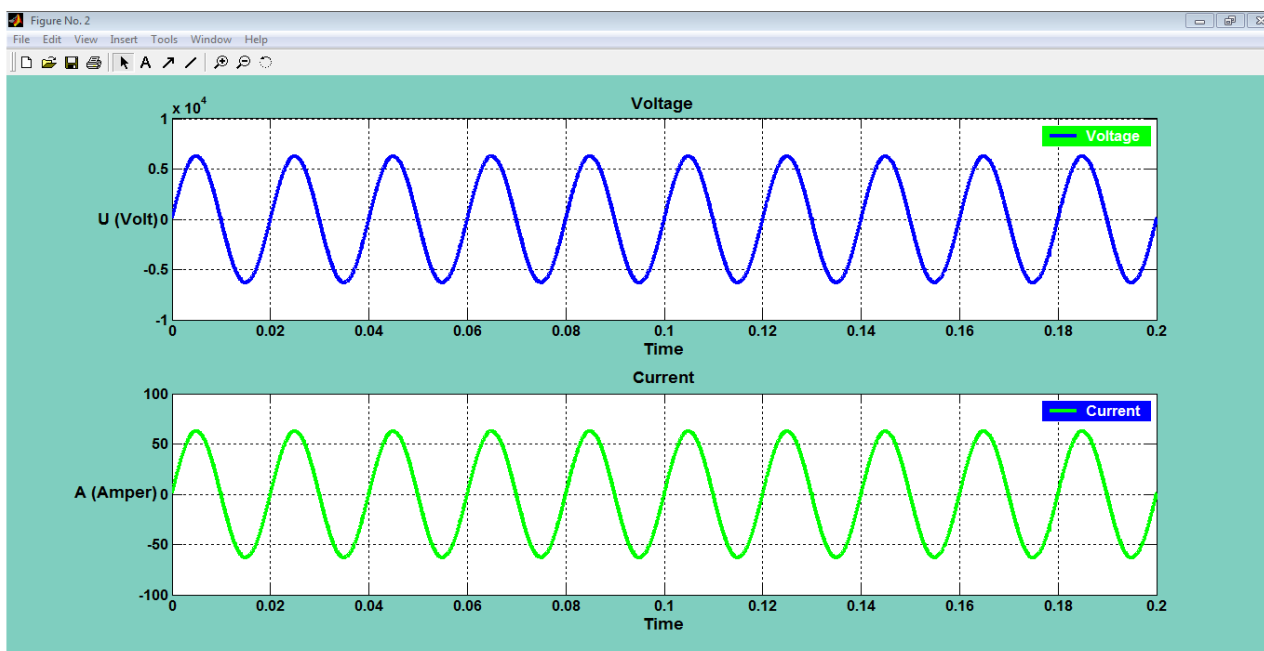
Расми 8. Нишондоди параметрҳои трансформатор дар Powergui ҳангоми бори активӣ 10 Ом будан.

Раванди гузариши 2. Ба симпечи дуҷуи трансформатор 100 Ом бори активӣ дода, раванди гузаришро месанҷем.



Расми 9. Равзанаи коркарди R Branch ҳангоми бори активӣ 100 Ом будан.

Пас аз гузаронидани раванди гузариш, ба мо маълум шуд, ки қиммати шиддати симпечи дуҷуми трансформатор ба $U_2=6287$ в ва қиммати ҷараёни симпечи дуҷуми трансформатор ба $I_2=62.87$ А баробар шуд.



Расми 10. Равандҳои гузариши шиддат ва ҷараёни симпечи дуҷуми трансформатор ҳангоми бори активӣ 100 Ом будан.



Variable	Value	Unit	Phase (°)
V 1	3.5e+004	V	0.00
V 2	6287	V	0.28
I 1	34.77	A	-70.68
I 2	62.87	A	0.28

Расми 11. Нишондоди параметрҳои трансформатор дар Powergui хангоми бори активӣ 100 Ом будан.

Раванди гузариши 3

Ба симпечи дуҷуми трансформатор 1000 Ом бори активӣ дода, раванди гузаришро месанҷем.

Parameters

Resistance R (Ohms):
1000

Inductance L (H):
0

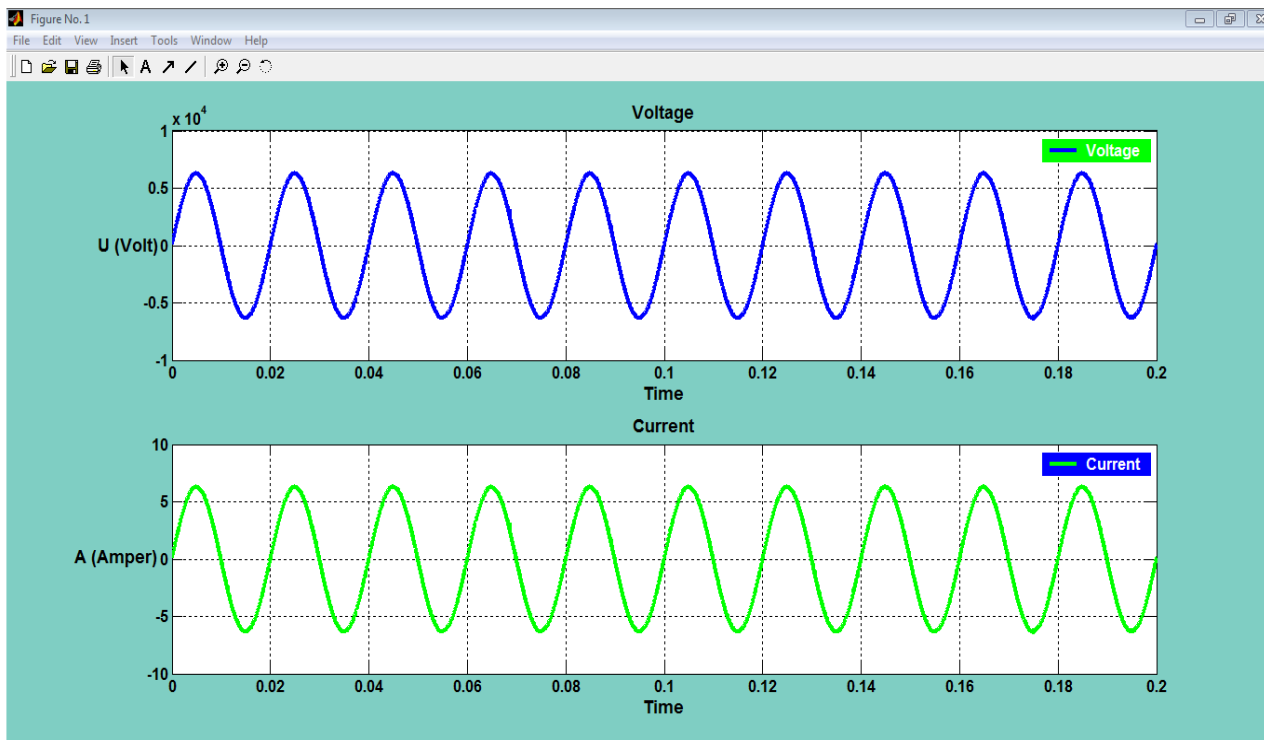
Capacitance C (F):
inf

Measurements: None

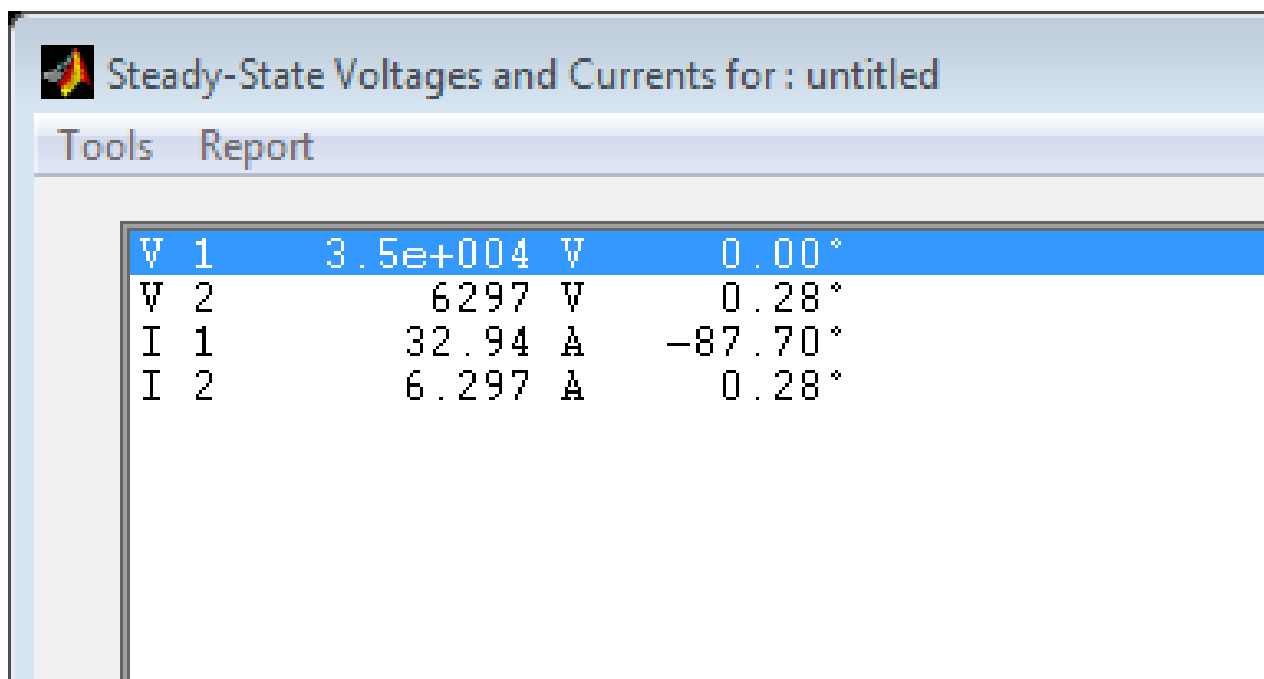
OK Cancel Help Apply

Расми 12. Равзанаи коркарди R Branch хангоми бори активӣ 1000 Ом будан.

Пас аз гузаронидани раванди гузариш, ба мо маълум шуд, ки қиммати шиддати симпечи дуҷуми трансформатор ба $U_2=6297$ в ва қиммати ҷараёни симпечи дуҷуми трансформатор ба $I_2=6.297$ А баробар шуд.



Расми 13. Равандҳои гузариши шиддат ва ҷараёни симпечи дуҷусти трансформатор хангоми бори активӣ 1000 Ом будан.



Расми 14. Нишондоди параметрҳои трансформатор дар Powergui хангоми бори активӣ 1000 Ом будан.



Чадвали 2. Қимматҳои шиддат ва ҷараёни симпечи дуҷуи трансформатор дар натиҷаи моделиронӣ ба даст оварда

R, Ом.	10	100	1000
U, В.	6190	6287	6297
I, А.	619	62.87	6.297

Хулоса

Дар ин кори лабораторӣ схемаи структурии трансформатори якфазаро моделирони карда, вобаста аз рӯи тағйирдиҳии бори активии трансформатор, раванди гузаришро дар симпечҳои трансформатор муайян кардем. Пас аз ба даст овардани қимматҳои шиддат ва ҷараён дар симпечи дуҷуи трансформатор дар натиҷаи раванди гузариш, ба мо маълум шуд, ки тағйирдиҳии бори активии трансформатор танҳо ба қиммати ҷараёни симпечи дуҷуи таъсир мерасонад. Шиддати симпечи дуҷуи новобаста аз бор, аз рӯи коэффитсиенти трансформатсия муайян мешавад. Исботи гуфтамон дар чадвали 2 оварда шудааст, ки ҳангоми тағйири бори активӣ аз 2500 Ом то 5000 Ом, қиммати шиддат доимӣ мемонад.

Феҳристи адабиёт

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.
2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.
3. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. — 392 с., ил.

УДК 621.313.13

Сайдалиев М.Б.*

ТАҲЛИЛИ ПАРАМЕТРҲОИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИ

*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автоматии барқӣ”
Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: msaydaliev2001@gmail.com



Аннотатсия. Маълумотҳои умумӣ доир ба муҳаррики асинхронӣ. Ҳисобкунии андозаҳои муҳаррики асинхронӣ. Андозаҳои қисми фаъоли муҳаррики асинхронӣ. Ҳисоби андозаҳои печии статор. Печии қўтоҳваслишудаи ротор. Ҳисобкунии занҷири магнитӣ. Муайянкунии талафҳо, ККФ ва характеристикаи кори муҳаррик. Нишондодҳои бакорандозии муҳаррик ҳисоб карда шудаанд.

Мафҳумҳои асосӣ: муҳаррики асинхронӣ, андозаҳои муҳаррик, ротор, статор, печии ротор ва статор, занҷирҳои магнитӣ ва параметрҳои асосии муҳаррик, нишондодҳои бакорандозӣ, табдилдиҳандаҳо, гармиавии муҳаррик ва речии гузариш.

Дар замони ҳозира, асоси истехсолоти кишварҳои рӯйи замин, сабуктар кардани фаолияти кори ҷисмонии инсоният ва умуман тамоми тараққиёти оламо мошинҳои электрикӣ, ташкил медиҳад. Далели ин гуфтаҳо, истифода бурдани мошинҳои электрикӣ дар ҳама заводу фабрикаҳо, соҳаи металлургия, мошинсозӣ, хоҷагии халқ ва ғайра мебошад, ки ин ҷойҳои номбаркардаи мо боздар навбати худ як чанд самтҳои гуногуни ҳаёти ҷомеаро дар бар мегирад.

Муҳаррики асинхронӣ (мошинаи асинхронӣ) муҳаррики электрикии ҷараёни тағйирёбанда мебошад, ки суръати ротори он ба басомади гардиши майдони магнитие, ки тавассути ҷараён дар печи статор ба вучуд омадааст, баробар нест. Муҳаррикҳои асинхронӣ имрӯз аксарияти мошинҳои электрикиро ташкил медиҳанд, ки асосан ҳамчун муҳаррикҳои электрикӣ истифода мешаванд ва табдилдиҳандаи асосии энергияи электрикӣ ба механикӣ мебошанд.

ҲИСОБКУНИИ АНДОЗАҲОИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИ

Диаметри даруни ва берунии дилаки статор.

Аз рӯи чадвали 5.1. хангоми $h=225$ мм, $2p=4$ ва ҳимояи IP44 будан $D_{1H}=392$ мм ва $D_1=254$ мм қабул карда мешавад.

Қиматҳои пешакии ККФ ва коэффисиенти иқтидори муҳаррикро муайян карда мешавад

$$\eta=0.925 \text{ ва } \cos \varphi=0.91.$$

Қимати пешакии иқтидор

$$P_i = \frac{P * Re}{\eta * \cos \varphi} = \frac{55 * 0.96}{0.925 * 0.91} = 62.73 \text{ кВт.}$$



АНДОЗАҶОИ ҚИСМИ ФАЪОЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНӢ

Тарқиши ҳавой ҳангоми $h = 225$ мм интиҳоб мекунем $\delta = 0,8$ мм

Диаметри берунии дилаки ротор

$$D_2 = D_1 - 2 * \delta = 254 - 2 * 0.8 = 252.4 \text{ мм}$$

Диаметри дарунии дилаки ротор

$$D_{2\text{ВН}} = 0.33 * D_2 = 0.33 * 252.4 = 83.29 \text{ мм.}$$

Дарозии конструктивии дилаки статор

$$L_1 = L_i = 178 \text{ мм.}$$

ПЕЧАИ СТАТОР

Навъи печай статор

Мувофиқи чадвали 5.9. навъи печай статор 1-2 рехташуда ва шумораи шоха $a_1 = 2$ мебошад.

Шумораи чуйборҳо дар қутб ва фаза

$$q_1 = \frac{Z_1}{2_{\text{pm1}}} = \frac{48}{4 * 3} = 4,$$

коэффициенти печая (Мувофиқи чадвали 5.16.),

$$K_{\text{об1}} = K_{\text{р1}} = 0,96.$$

Қадам дар чуйборҳо

$$y = 10, 12 - \text{чуйбор.}$$

Чараёни статор дар речай кории номиналии муҳаррик

$$I_{1\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}} * 10^3}{m_1 * U_{1\text{НОМ}} * \eta * \cos\varphi_{1\text{НОМ}}} = \frac{55 * 10^3}{3 * 380 * 0.925 * 0.91} = 57,3 \text{ А.}$$



Шумораи ноқилҳои самарабахш дар ҷуйбори статор

$$u_n = \frac{10^{-3} * A_1 * t_1 * a_1}{I_{1\text{НОМ}}} = \frac{10^{-3} * 425 * 10^2 * 16.616 * 2}{57,3} = 24.65 = 25.$$

Шумораи печҳои пай дар пай дар печҳои фазаи статор

$$W_1 = \frac{p * q_1 * u_n}{a_1} = \frac{2 * 4 * 24}{2} = 96.$$

ПЕЧАИ КҶҲОҶВАСЛШУДАИ РОТОР

Ҷараёни қорӣ дар меҳвари ротор

$$I_{\text{СТ}} = I_2 = 1.1 * \cos\varphi * I_{\text{НОМ}} \frac{6 * W_1 * R_{\text{об1}}}{Z_2} =$$
$$= 1,1 * 0,91 * 57,3 * \frac{6 * 96 * 0,96}{38} = 834,64 \text{ A.}$$

Зичии ҷараён дар меҳвари ротор

$$\Delta_2 = \frac{I_{\text{СТ}}}{q_{\text{СТ}}} = \frac{834,64}{369,6} = 2,26 \text{ A/мм}^2,$$

дар инҷо $q_{\text{СТ}} = S_{n2} = 369,6 \text{ мм}^2$ мебошад.

Андозаҳои ҳалқаҳои кӯтоҳваслқунанда

буриши қундалангии ҳалқа

$$q_{\text{КЛ}} = \frac{0.35 * Z_2 * q_{\text{СТ}}}{2p} = \frac{0,35 * 38 * 369,6}{4} = 1228,9 \text{ мм}^2,$$

баландии ҳалқа

$$h_{\text{КЛ}} = 1.13 * h_{z2} = 1.13 * 45,68 = 51,63 \text{ мм,}$$



дарозии ҳалқа

$$L_{\text{кЛ}} = \frac{q_{\text{кЛ}}}{h_{\text{кЛ}}} = \frac{1228,9}{51,63} = 23,8 \text{ мм,}$$

диаметри миёнаи ҳалқа

$$D_{\text{кЛ.ср}} = D_2 - h_{\text{кЛ}} = 252,4 - 51,63 = 200,77 \text{ мм.}$$

Муқовимати активии меҳвари қафасча.

$$h_{\text{ст}} = rd_{n2} + rd_{n2} + h_2 = (0,5 * 4) + (0,5 * 10,3) + 38,1 = 45,25 \text{ мм,}$$

барои муайянкунии φ

$$\varepsilon_{115} = 0,064 * h_{\text{ст}} * \sqrt{S} = 0,064 * 45,25 * \sqrt{1} = 2,85,$$

ҳисоби чуқурии меҳвар

$$h_{r.n} = \frac{h_{\text{ст}} - 0,6}{1 + \varphi} = \frac{45,25 - 0,6}{1 + 1,8} = 16,16 \text{ мм,}$$

ЗАНЦИРИ МАГНИТӢ

Дилаки статор ва ротор аз варақаҳои пӯлоди электротехникии навъи 2013 бо ғафсии 0,5 мм сохта шудааст.

Шиддати магнитӣ дар тарқиши ҳавоӣ

$$F_{\delta} = 0,8 * B_{\delta} * \delta * R_{\delta} * 10^3 = 0,8 * 0,78 * 0,8 * 1,56 * 10^3 = 778,75 \text{ А.}$$

Индуксияи магнитӣ дар дандонаҳои статор

$$B_{z1} = \frac{B_{\delta} * t_1}{R_{c1} * b_{z1}} = \frac{0,78 * 16,616}{0,97 * 7,03} = 1,9 \text{ Тл.}$$



Шадидияти майдони магнитӣ дар дандонаҳои статорро H_{z1} аз қачии магнитнокунӣ барои дандонаҳои пӯлоди навъи 2013 (расми П.2.1) муайян карда мешавад

$$t_{1(1/3)} = \frac{\pi * \left(D_1 + \left(\frac{2}{3} \right) * h_{z1} \right)}{Z_1} = \frac{3.14 * \left(254 + \left(\frac{2}{3} \right) * 37.91 \right)}{48} = 18.27 \text{ мм,}$$
$$R_{n1} = \frac{t_{1(1/3)}}{R_{c1} * b_{z1}} = \frac{18.27}{0.97 * 7.03} = 2.68,$$

ҳангоми $B_{z1} = 1.9$ Тл. ва $R_{n1} = 2.68$ будан, $H_{z1} = 1800$ А/м. мебошад.

Шиддати магнитии қабати дандонагии статор

$$F_{z1} = 10^{-3} * H_{z1} * h_{z1} = 10^{-3} * 1800 * 37.91 = 68.24 \text{ А.}$$

Индуктсияи магнитӣ дар дандонаҳои ротор

$$B_{z2} = \frac{B_{\delta} * t_2}{R_{c2} * b_{z2}} = \frac{0.78 * 20.86}{0.97 * 9.58} = 1.75 \text{ Тл.}$$

Шадидияти майдони магнитӣ дар дандонаҳои роторро H_{z2} аз ҷадвали қачии магнитнокунӣ барои дандонаҳои пӯлоди навъи 2013 (ҷадвали П.2.3) муайян карда мешавад; ҳангоми $B_{z2} = 1.75$ Тл. будан, $H_{z2} = 1330$ А/м. мебошад

Шиддати магнитии қабати дандонагии ротор

$$F_{z2} = 10^{-3} * H_{z2} * (h_{z2} - 0.4 * d_{n2}) =$$
$$= 10^{-3} * 1330 * (45.685 - 0.4 * 4) = 58.63 \text{ А.}$$

Коэффисиенти сершавии қабати дандонагии статор ва ротор

$$R_{\mu z} = \frac{F_{\delta} * F_{z1} * F_{z2}}{F_{\delta}} = \frac{778.75 * 68.24 * 58.63}{778.75} = 1.16.$$

Индуктсияи магнитӣ дар девораи статор



$$B_{c1} = \frac{0,5 * a_i * J * B_{\delta}}{h_{c1} * R_{c1}} = \frac{0,5 * 0,64 * 199,39 * 0,78}{31,09 * 0,97} = 1,65 \text{ Тл.}$$

ТАЛАФҶО ВА ККФ

Талафҳои магнитии асоси дар девораи статор

ҳангоми $P_{1,0/50} = 2,5$ будан,

$$P_{m.c1} = 1,7 * P_{\frac{1,0}{50}} * B_{c1}^2 * G_{c1} = 1,7 * 2,5 * 1,65^2 * 47 = 544,27 \text{ Вт,}$$

дар инҷо

$$G_{c1} = 7,8 * 10^{-6} * L_i * R_{c1} * h_{c1} * \pi * (D_{1H} - h_{c1}) = \\ = 7,8 * 10^{-6} * 176,4 * 0,97 * 31,09 * 3,14 * (392 - 31,09) = 47 \text{ кг.}$$

Талафҳои магнитии асоси дар дандонаҳои статор

$$P_{m.z1} = 1,7 * P_{\frac{1,0}{50}} * B_{z2}^2 * G_{z1} = 1,7 * 2,5 * 1,75^2 * 16,83 = 258,45 \text{ Вт,}$$

дар инҷо

$$G_{z1} = 7,8 * 10^{-6} * L_i * R_{c1} * (h_{z1} * \pi * (D_1 - h_{z1}) - S_{n1} * Z_1) = \\ = 7,8 * 10^{-6} * 176,4 * 0,97 * (37,91 * 3,14 * (254 - 37,91) - 461,14 * 48) = \\ = 16,83 \text{ кг,}$$

дар инҷо

$$S_{n1} = 0,5 * (b_{n1} + b_{n1}') * h_{n1} + 0,5 * (b_{n1}' + b_{ш1}) * h_{к1} + b_{ш1} * h_{ш1} = \\ = 0,5 * (14,55 + 10,07) * 36,24 + 0,5 * (10,07 + 8,73) * 0,67 + 8,73 * 1 = \\ = 461,14 \text{ мм}^2.$$

Талафҳои магнитии асоси

$$P_m = P_{m.c1} + P_{m.z1} = 544,24 + 258,45 = 802,7 \text{ Вт.}$$

Талафҳои электрикӣ дар печайи статор



$$P_{\Sigma 1} = m_1 * I_1^2 * r_1 = 3 * 57.3^2 * 0.245 = 2413.22 \text{ Вт.}$$

Талафҳои электрикӣ дар печани ротор

$$P_{\Sigma 2} = m_2 * I_2^2 * r_2 = 38 * 834.65^2 * 2.72 * 10^{-5} = 720.67 \text{ Вт,}$$

дар инҷо

$$r_2 = r_{ст} + r_{кл} = (2.32 + 0.4) * 10^{-5} = 2.72 * 10^{-5} \text{ Ом.}$$

Талафҳои механикӣ

$$P_{мех} = Rt * (n_1 * 10^{-3})^2 * (D_{1н} * 10^{-2})^4 = 1 * (1500 * 10^{-3})^2 * (392 * 10^{-2})^4 = 531.3 \text{ Вт,}$$

ҳангоми $2p = 4$ будан $Rt = 1$ мебошад.

Талафҳои иловагӣ ҳангоми бори номиналии муҳаррик

$$P_{доб} = \frac{0.005 * P_{ном}}{\eta} = \frac{0.005 * 55}{0.925} = 297.3 \text{ Вт.}$$

Талафҳои умумӣ

$$\sum P = (P_m + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_{мех} + P_{доб}) * 10^{-3} = (802.7 + 2413.22 + 720.67 + 531.3 + 297.3) * 10^{-3} = 4.76 \text{ кВт.}$$

Иқтидори ба муҳаррик гузошташаванда

$$P_1 = P_{ном} + \sum P = 55 + 4.76 = 59.76 \text{ кВт.}$$

ККФ муҳаррик

$$\eta = \frac{P_{ном}}{P_1} = \frac{55}{59.76} = 0.92.$$

ХАРАКТЕРИСТИКАҲОИ КОРӢ

Муқовимати ҳисобӣ



$$R' = r_2' * \left(\left(\frac{r_1}{r_2'} * \left(1 + \frac{x_2}{x_m} \right) \right)^2 + \left(\frac{x_1}{r_2'} * \left(1 + \frac{x_2}{x_m} \right) + \frac{x_2}{r_2'} \right)^2 \right) =$$
$$= 0.07 * \left(\left(\frac{0.245}{0.07} * \left(1 + \frac{1.04}{21.38} \right) \right)^2 + \left(\frac{0.66}{0.07} * \left(1 + \frac{1.04}{21.38} \right) + \frac{1.04}{0.07} \right)^2 \right) = 41.94 \text{ Ом}$$

Иқтидори пурраи механикӣ

$$P_2 = P_2 + P_{\text{доб}} + P_{\text{мех}} = 55000 + 297.3 + 531.3 = 55828.6 \text{ Вт.}$$

Бузургии А

$$A = \frac{m_1 * U_{\text{НОМ}}^2}{(2 * P_2) - r_1} = \frac{3 * 380^2}{(2 * 55828.6) - 0.245} = 3.88.$$

Бузургии В

$$B = 2 * A + R' = (2 * 3.88) + 41.94 = 49.7.$$

Ғеҷиш

$$C_1 = 1 + \frac{x_1}{x_m} = 1 + \frac{0.66}{21.38} = 1.03,$$
$$S_{\text{НОМ}} = \frac{A - \sqrt{A^2 - C_1^2 * r_2' * B}}{B} = \frac{3.88 - \sqrt{3.88^2 - 1.03^2 * 0.07 * 49.7}}{49.7} = 0.01.$$

Муқовимати эквивалентии занҷири кории схемаи таъвизӣ активӣ

$$r_{\text{ЭКВ}} = \frac{C_1 * r_1 + C_1^2 * r_2'}{S_{\text{НОМ}}} = \frac{1.03 * 0.245 + 1.03^2 * 0.07}{0.01} = 30.7 \text{ Ом,}$$

индуктивӣ

$$x_{\text{ЭКВ}} = C_1 * x_1 + C_1^2 * x_2 = 1.03 * 0.66 + 1.03^2 * 1.04 = 1.786 \text{ Ом,}$$



пурра

$$z_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{r_{\text{ЭКВ}}^2 + x_{\text{ЭКВ}}^2} = \sqrt{30.7^2 + 1.786^2} = 30.74 \text{ Ом.}$$

Коэффициенти иқтидор дар занҷири кории схемаи таъвизӣ

$$\cos\varphi_2 = \frac{r_{\text{ЭКВ}}}{z_{\text{ЭКВ}}} = \frac{30.7}{30.74} = 0.998.$$

НИШОНДИҲАНДАҲОИ БАКОРАНДОЗИИ МУҲАРРИК

Муқовимати активии расиши кӯтоҳ ҳангоми $s=1$

$$r_{\text{к.п}} = c_1 * r_1 + c_1^2 * r_{2,\text{п}} = 1.03 * 0.285 + 1.03^2 * 0.07 = 0.33 \text{ Ом.}$$

Тартибдиҳандаи коэффициентҳои паҳншавии ҷӯйбори статор, ки аз сершавӣ вобаста аст

$$\lambda_{\text{п1 пер}} = \left(\frac{3 * h_{\text{к1}}}{b_{\text{н1}} + 2 * b_{\text{ш1}}} + \frac{h_{\text{ш1}}}{b_{\text{ш1}}} \right) * R_{\text{В}} = \left(\frac{3 * 0.67}{10.07 + 2 * 8.73} + \frac{1}{8.73} \right) * 0.87 = 1.16.$$

Таркиби тағйирёбандаи коэффициентҳои ноқилияти паҳншавии статор

$$\lambda_{1 \text{ пер}} = \lambda_{\text{п1 пер}} + \lambda_{\text{д1}} = 1.16 + 1.07 = 2.26.$$

Тартибдиҳандаи коэффициентҳои паҳншавии ҷӯйбории ротор, ки аз сершавӣ вобаста аст

$$\lambda_{\text{п2 пер}} = \frac{1.12 * 10^3 * h_{\text{м2}}}{I_2} = \frac{1.12 * 10^3 * 0.6}{834.64} = 0.8.$$

Таркиби тағйирёбандаи коэффициентҳои ноқилияти паҳншавии ротор

$$\lambda_{2 \text{ пер}} = \lambda_{\text{п2 пер}} + \lambda_{\text{д2}} = 0.8 + 1.357 = 2.2.$$

Таркиби тағйирёбандаи муқовимати индуктивии расиши кӯтоҳ



$$x_{\text{пер}} = \frac{c_1 * x_1 * \lambda_{1 \text{ пер}}}{\lambda_1} + \frac{c_1^2 * x_{2n} * \lambda_{2 \text{ пер}}}{\lambda_2} =$$
$$= \frac{1.03 * 0.66 * 2.26}{4.12} + \frac{1.03^2 * 0.88 * 2.2}{4.73} = 0.773 \text{ Ом.}$$

Таркиби доимии муқовимати индуктивии расиши кӯтоҳ

$$x_{\text{пост}} = c_1 * x_1 * \frac{\lambda_1 - \lambda_{1 \text{ пер}}}{\lambda_1} + c_1^2 * x_{2n} * \frac{\lambda_2 - \lambda_{2 \text{ пер}}}{\lambda_2} =$$
$$= 1.03 * 0.66 * \frac{4.12 - 2.26}{4.12} + 1.03^2 * 0.88 * \frac{4.73 - 2.2}{4.73} = 0.74 \text{ Ом.}$$

Муқовимати индуктивии расиши кӯтоҳ барои речаи бакорандозӣ

$$x'_{\text{к.п}} = x_{\text{пост}} + R_x * x_{\text{пер}} = 0.74 + 0.25 * 0.773 = 0.94 \text{ Ом,}$$

дар инчо $R_x = 0.25$ мебошад.

ХУЛОСА

Пас аз иҷрои кори ҳисобӣ-таҳлили муҳаррики асинхронӣ, чи қадар аҳамият доштани мошинҳои электрикӣ ва саноати мошинсозиро фаҳмидем. Бар замми ин, аз кадом қисмҳо иборат будани мошинҳои электрикӣ, аз кадом маҳсулот сохт шудани ин қисмҳо ва ҳисоби механикии ин қисмҳоро омӯхтем.

Дар ин кор муҳаррики асинхронии маркаи 4A225M4Y3 -и 55 кВт – ро таҳлил ва баррасӣ кардем. Муҳаррики асинхронии маркаи 4A225M4Y3 – ин муҳаррики асинхронии 3 фаза буда, дар шабакаҳои басомадаш 50 ҲТ ва шиддаташ 380/660 В ва бо васли ситорю секунҷа кор карда метавонад. Ин муҳаррики умумӣ-саноатӣ буда, дар ҳаракатоварҳои таҷҳизотҳои механикии истеҳсолот, редукторҳо, кранҳо, вентиляторҳо, дастгоҳҳо, насосҳо, компрессорҳо, саноати дастгоҳсозӣ, саноати коркарди чӯб, хоҷагии халқ, техникаҳои сохтмонӣ, транспортҳо, ва дар таҷҳизотҳои вакуумӣ истифода мешавад.

Илова бар ин, дар ин кор андозаҳои муҳаррики асинхронӣ ба монанди диаметри даруни ва берунии дилаки статор, таркиши ҳавой, диаметри берунӣ ва дарунии дилаки ротор, қисмҳои ғаёли муҳаррики асинхронӣ ва аз кадом маҳсулотҳо сохта шудани онҳо, шумораи печайи статор ва печайи кӯтоҳваслшудаи ротор, буриши кундалангӣ, ғавсии изолятсия, гузариш ва



зичии чараён, хусусиятҳои магнитӣ, параметрҳои асосӣ ба монанди қиматҳои ККФ, коэффисиенти иқтидор, иқтидор, идуксияи магнитӣ, коэффисиенти печаву ва коэффисиенти дарозӣ, занҷирҳои магнитӣ, талафҳо ва дар кадом қисмҳо ба вкҷуд омадани талафҳо, характеристикаи корӣ, муқовиматҳо ва Нишондиҳандаҳои бакорандозии муҳарриқи асинхронӣ ба пурраги ҳисоб карда шудааст.

Феҳристи адабиёт

1. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. — 392 с., ил.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод/Под ред. И.Я. Браславского. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с., ил.
3. Онищенко Г.Б., Юньков М. Г. Электропривод турбомеханизмов. – М.: Энергия, 1972.-240 с.
4. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.
5. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей/ Под ред. Л.Г. Мамиконянца. – 4-е изд., переработ. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с., ил.

УДК 621.313

Свиридович И.В.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Научный руководитель: доцент Логвин Владимир Васильевич
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
246029, г. Гомель, Республика Беларусь, Пр-т Октября, 48
Тел.: (+375 232) 22-46-36, (+375 232) 26-02-87; <http://www.gstu.by>.

Колебательное (возвратно-вращательное) движение рабочего органа используется во множестве рабочих машин и механизмов: испытательные стенды на вибрацию электронных узлов, корпусов и пружин; на истирание, сгиб-разгиб, разматывание-наматывание микрокабелей, тросиков, канатиков,



корда; миксеры; станки-качалки; спортивные вибростимуляторы; притирочные, шлифовальные, галтовочные обрабатывающие станки и т.д.

Наиболее распространенным электроприводом возвратно-вращательного движения, является электропривод вращательного движения в котором используются либо механические преобразователи (редукторы), либо переключатели полярности или фазы напряжения питания электродвигателя для реверсирования направления вращения.

Использование редукторов ведет к потерям до 30% мощности приводного электродвигателя, а применение переключателей приводит к жесткому реверсу, сопровождающемуся электрическими и механическими ударами, что снижает долговечность электропривода и рабочей машины в целом, а также ухудшает качество технологического процесса.

Отсюда ясна актуальность создания электропривода возвратно-вращательного движения с мягким реверсом.

Такой электропривод позволит не только уменьшить металлоемкость и исключить электромеханические удары в рабочей машине, но и осуществить плавное оперативное регулирование частоты и амплитуды реверса, облегчить интеграцию привода с рабочим инструментом, улучшить динамические и энергетические показатели, а значит повысить производительность рабочей машины и качество продукции.

Широко используется принцип построения колебательного электропривода, основанный на обеспечении условий возникновения устойчивого автоколебательного режима работы его силового электромеханического узла "асинхронный электродвигатель – упругий элемент" (рисунок 1).

В таком варианте автоколебательный электропривод чрезвычайно просто исполняется, поскольку для его реализации достаточно обмотки общепромышленного асинхронного электродвигателя (АД) подключить к однофазной электросети, а на валу разместить пружину или маятник (дисбаланс)[1].

Для получения максимальной магнитодвижущей силы предлагается обмотки соединять следующим образом (рисунок 2).

Я предлагаю вместо маятника или дисбаланса использовать электропривод с возможностью рекуперации энергии в сеть. Тогда на участке торможения энергия, запасенная в механизме будет использоваться не в дисбалансе, а возвращаться в сеть (рисунок 3).

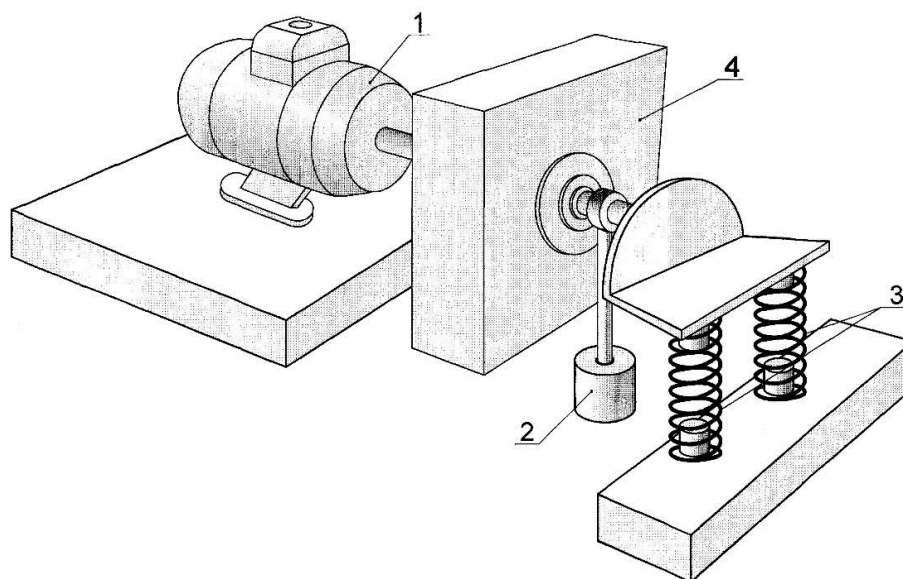


Рисунок 1 - Автоколебательный стенд для испытания пружин асинхронный электродвигатель (1), понижающий редуктор на цилиндрических шестернях (4), компенсатор реактивной механической энергии в виде маятника (2) или испытуемых пружин (3).

Схемы электропитания статорных обмоток АД в автоколебательном режиме

№	Соединение звезда			Соединение треугольником		
	Схема подключения	Векторная диаграмма МДС	Относ. МДС, F_0/F_ϕ	Схема подключения	Векторная диаграмма МДС	Относ. МДС, F_0/F_ϕ
1			2			2
2			2			2

Рисунок 2 - Схемы соединения статорных обмоток.

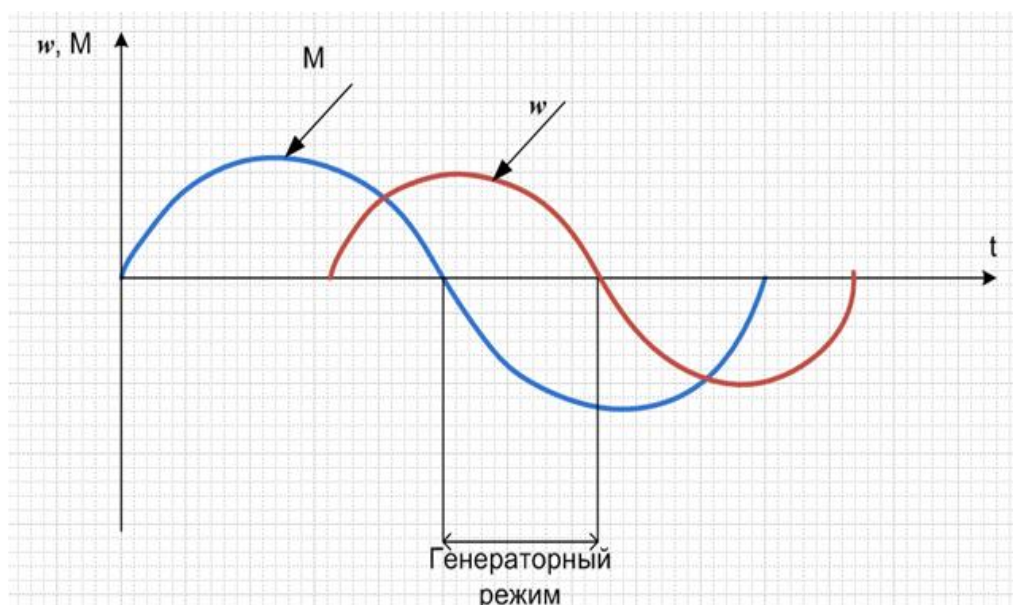


Рисунок 3 - Характеристики момента и частоты вращения в колебательном режиме.

Таким образом за счет рекуперации энергии в сеть мы повысим КПД установки и уменьшим затраты на электроэнергию. Данная система регулирования позволит экономить электроэнергию не только на участке торможения (генераторном режиме), но и в двигательном режиме за счет отсутствия маятника (дисбаланса).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент РБ №22642 на изобретение по заявке № а20170496. Способ управления колебательным электроприводом с асинхронным двигателем / Тодарев В.В., Логвин В.В., Зайцев А.С., Беликова А.И. //Официальный бюллетень №4/2019, дата публикации 30.08.2019.

УДК 621.316

Тухфетулов И.Р., Ильясова Ю.К.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
E-mail: agal73rus@gmail.com



Аннотация:

В условиях постоянно увеличивающегося количества абонентов энергокомпаний и заявленных ими мощностей, влияющего на изменение конфигурации электрической сети, возникают вопросы об оптимизации режимов работы электрических сетей. Необходимо рассматривать и учитывать нормальные режимы и главное учитывать влияние послеаварийных режимов на всех смежных абонентов распределительной сети с учетом обеспечения надежности и качества электроэнергии.

Ключевые слова: аварийность электрооборудования, оптимизация режимов работы электрических сетей, надежность электропитания потребителей, цифровая трансформация, секционирование сетей.

Согласно ПУЭ 1.2.9 [1] в электрических сетях присутствуют термины нормальный и послеаварийный режимы. Последствия аварий в электрических сетях приводят к выходу из строя электрооборудования, нарушению или изменению режимов работы электрической сети, отражающейся на потребителях электроэнергии. По данным Ростехнадзора с 1 января по 31 декабря 2021 года по направлению государственного энергетического надзора произошло 29 аварий [2]. За аналогичный период 2020 года произошла 21 авария (18 аварий на объектах электроэнергетики). Таким образом, отмечается значительный рост общего количества аварий на 47 % (10 аварий) по сравнению с аналогичным периодом 2020 года. Анализ показателей аварийности в динамике 2015-2021 гг. приведен на рисунке 1.

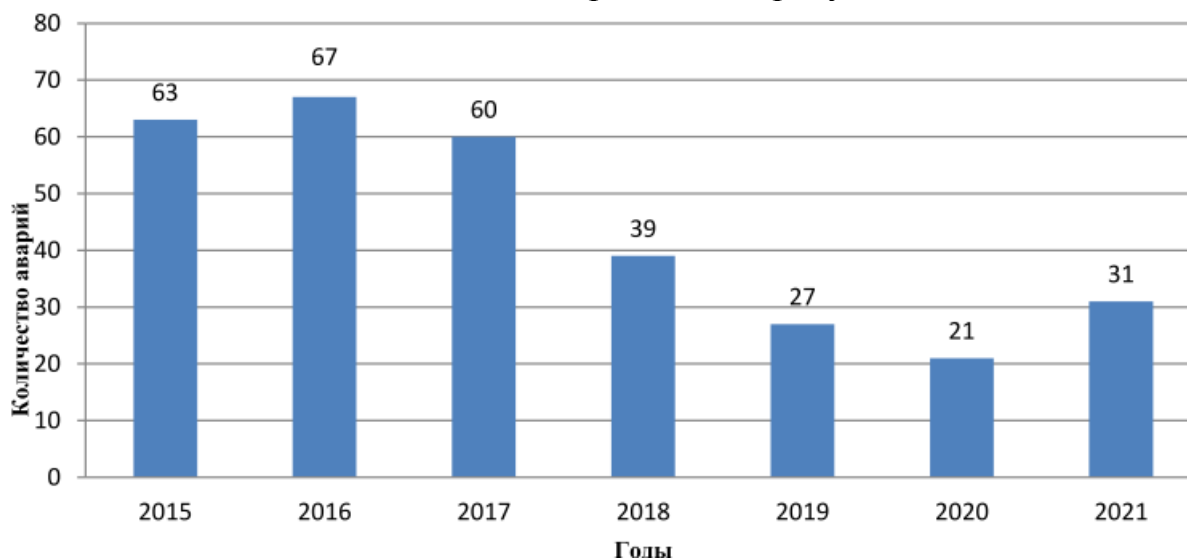


Рис. 1. Анализ показателей аварийности в динамике 2015-2021 гг [2].

На рисунке 2 показано распределение аварий (аварийных ситуаций), произошедших при эксплуатации электростанций, электрических сетей, в 2021 году по федеральным округам Российской Федерации.

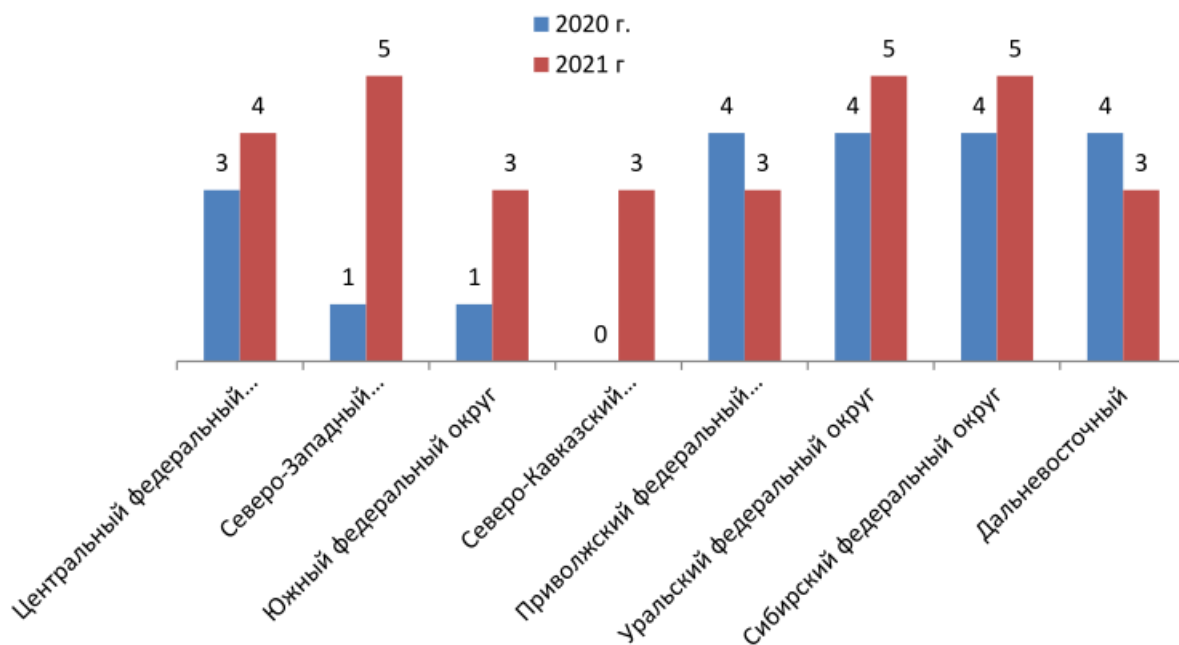


Рис. 2. Распределение аварий в 2021 году по федеральным округам Российской Федерации [2].

На рисунке 3 представлены причины аварий классифицируемых по признакам за 2021 год.



Рис. 3. Причины аварий классифицируемых по признакам за 2021 год [2].

С 1 января по 31 декабря 2021 года происходили аварии, классифицируемые по следующим признакам: 8 аварий (26,0%), в результате которых произошло отключение генерирующего оборудования или объекта электросетевого хозяйства, приводящее к снижению надежности энергосистемы; 7 аварий (22,5%), в результате которых произошло нарушение



работы средств диспетчерского и технологического управления, приводящее к прекращению связи (диспетчерской связи, передачи телеметрической информации или управляющих воздействий противоаварийной или режимной автоматики) продолжительностью более 1 часа; 5 аварий (16,0%), в результате которых произошли нарушения в работе противоаварийной или режимной автоматики, в том числе обусловленные ошибочными действиями персонала, вызвавшие отключение объекта электросетевого хозяйства (высший класс напряжения 110 кВ и выше); 5 аварий (16,0%), в результате которой произошло отключение объектов электросетевого хозяйства (высший класс напряжения 110 кВ и выше), прекращение электроснабжения продолжительностью более 30 минут.

Основными причинами аварий на электрооборудовании субъектов электроэнергетики за 12 месяцев 2021 года явились: неисправность релейной защиты и автоматики; износ оборудования в процессе длительной эксплуатации; неправильная работа средств режимной и аварийной автоматики из-за проектных ошибок, отклонений от проектов в процессе монтажа и эксплуатации оборудования; нарушение в работе противоаварийной или режимной автоматики, обусловленное ошибочными действиями персонала; низкое качество технического обслуживания, приводящее к последующими отказам оборудования из-за сбоев в работе релейной защиты и автоматики, коротких замыканий, перекрытия фарфоровых изоляторов; производственные дефекты оборудования, приводящие к механическим повреждениям, разрушениям оборудования и возможному возгоранию [2].

Статистика аварийных ситуаций требует принятия неотложных мер в надежности функционирования электрооборудования и оптимизации режимов работы электрических сетей. Уменьшением числа аварийных режимов является оптимизация режимов работы электрических сетей, внедрение новых проектных решений. Возникает необходимость в ускорении исполнения пунктов внедренной ПАО «Россети» Концепции «Цифровая трансформация 2030», включающая в себя внедрение цифровых подстанций. ЦПС является основным элементом электрической сети. ЦПС – это высокоавтоматизированная ПС, функционирующая, без присутствия постоянного дежурного оперативного персонала, и оснащенная взаимодействующими в режиме единого времени цифровыми информационными и управляющими системами: автоматизации, контроля, мониторинга и диагностики состояния, учета, местного и удаленного управления технологическими процессами, связи, обеспечивающими единое информационное пространство и выполненными на основе единых протоколов передачи данных (SV-поток, GOOSE-сообщений, MMS). Отличительными



характеристиками цифровой подстанции (ЦПС) являются: наличие интеллектуальных электронных устройств, применение локальных вычислительных сетей для коммуникаций, цифровой способ доступа к информации, её передаче и обработке, автоматизация работы подстанции и процессов управления ею. В числе целей создания цифровой подстанции являются: обеспечение наблюдаемости параметров функционирования ЛЭП, оборудования и устройств подстанции; унификация механизмов конфигурирования подстанции; формирование единой системы диагностики. Переход к выполнению удаленной функциональной диагностики; - переход к необслуживаемым подстанциям [3]. Важной частью является также увеличение надежности электроснабжения путем широкого применения дополнительного секционирования и автоматического резервирования ВЛ 6-35 кВ в том числе магистральные с помощью реклоузеров. Данное решение обязательно согласно СТО 34.01-21.1-001-2017 (с изменениями от 28.09.2021) ПАО «Россети» 9.9.2 9.9.5, А1.3, А2.3.2.2 и др [4]. Необходимо отметить также и о совершенствовании методологии оценки цифровой трансформации объединенной энергетической системы [5]. Применение реклоузеров, путем оптимизации режимов сети позволяет значительно увеличить надежность и уменьшить влияние тяжелых последствий аварийных ситуаций [6]. Важным фактором для проектирования и расчета режимов электрических сетей является и учитывание влияния процессов происходящих в вакуумных выключателях (реклоузерах) при возникновении коммутационных перенапряжений, сказывающихся на качестве электроэнергии [7].

Внедрение проекта Концепции «Цифровая трансформация» подразумевает отсутствие человека на подстанции, но остаются вопросы пока нерегламентированные в связке с действующими стандартами: связанные с надежностью функционирования переключений при визуальном контроле состояния оборудования (особенно на мощных подстанциях с большим количеством оборудования), влияние второстепенных эффектов, фиксирование нестандартного шумового воздействия, размывание ответственности в случае нештатных ситуаций - переноса ответственности на не идеальность программного обеспечения в конечном итоге ведущего к снижению надежности и переноса финансовых издержек на потребителя.

Выводы на основании данных исследований и анализа:

1. При оптимизации режимов работы сети необходимо учитывать влияние измененных конфигураций сети (повышение надежности путем дополнительного секционирования и резервирования реклоузерами) внедряя пункты Концепции «Цифровая трансформация» в каждом конкретном регионе



отдельно с учетом специфики и перспективы потребностей потребителей, атмосферных влияний.

2. В целях увеличения надежности и последующей оптимизацией режимов сети необходимо незамедлительно вводить изменения в положения и регламенты интегрированные с Концепцией «Цифровая трансформация», связанные с необходимым визуальным контролем функционирования оборудования и четко распределенной ответственностью за последствия от ошибочных действий «цифровых подстанций и сетей».

Источники

1. Правила устройства электроустановок. 7 издание. Издательство [Моркнига](#). 2007. 584 с.
2. Официальный сайт Ростехнадзора. [Электронный ресурс]. <http://szap.gosnadzor.ru/activity/> (дата обращения: 20.03.2022).
3. Официальный сайт ПАО «Россети». Концепция «Цифровая трансформация 2030». [Электронный ресурс]. <https://rosseti.ru/> (дата обращения: 5.03.2022).
4. СТО 34.01-21.1-001-2017 Распределительные электрические сети напряжением 0,4 - 110 кВ. Требования к технологическому проектированию. АО "Институт Энергосетьпроект" при участии ПАО "Россети" и ДЗО. **Утвержден и введен в действие** Распоряжением ПАО "Россети" от 02.08.2017. 400с.
5. Зорина Т. Г., Прусов С.П. Совершенствование методологии оценки цифровой трансформации объединенной энергетической системы Республики Беларусь. Проблемы и перспективы. Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2021. Т. 13. № 3(51). сс. 99-113.
6. Соловьев В.О., Воркунов О.В. Электрическая подстанция 35/10 кВ на реклоузерах. Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сб. ст. по материалам СЛІ Международной научно-практической конференции «Молодой исследователь: вызовы и перспективы». Изд. «Интернаука», № 4(151). 2020. сс. 89-92.
7. Воркунов О.В., Афанасьева Т.И. Физические процессы в вакуумных выключателях при возникновении коммутационных перенапряжений. Международный технико-экономический журнал. 2021. № 5, сс. 7-17.
8. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Суслов К.В. Исследование режимов работы изолированной системы электроснабжения с управляемыми установками распределенной генерации, накопителями электроэнергии и двигательной нагрузкой. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т. 23. № 5. сс. 184-194. doi:10.30724/1998-9903-2021-23-5-184-194.



УДК 621.316

Федотов А.И., Ахметшин А.Р.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
Тел.: (843) 519-42-02; E-mail: kgeu@kgeu.ru

В настоящее время для расчета нагрузок жилых и общественных зданий используют СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» (НТД). Как показали многолетние исследования, нормативы, указанные в НТД, существенно завышены по сравнению с реальными значениями, что привело к неоправданно большим инвестициям при строительстве распределительных сетей (затраты на технологические присоединения объектов к электрической сети; затраты на кабели различного напряжения; затраты на подстанции 10/0,4 кВ; выведение из оборота земли, отводимой под эти подстанции и кабельные трассы; отвод земли под подстанции напряжением 110 кВ и соответствующие трассы для кабелей 110 кВ), образованию резервных мощностей («запертой мощности»), повышенным потерям электроэнергии в электрическом оборудовании электрических сетей в результате их неэффективного использования.

Актуальной задачей является корректировка нормативных документов в части электрических нагрузок с последующим мониторингом их фактических значений для своевременного обновления и разработкой методики расчета электрической нагрузки подстанций 10/0,4 кВ.

Исследования выявили значительное отличие нормативных (действующих) от фактических электрических нагрузок жилых и общественных зданий. Как правило, нормативные значения завышены в несколько раз, а большая часть силовых трансформаторов загружена менее чем на 30%, рис. 1.

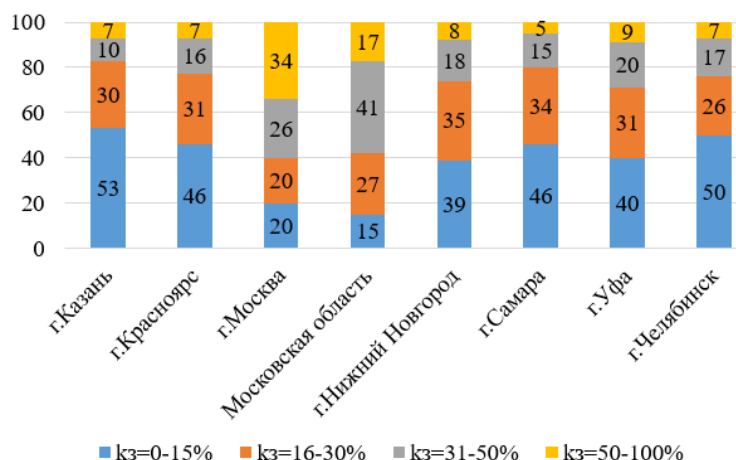


Рис. 1. Загрузка трансформаторных подстанций 0,4/10 кВ.

Из выше представленных диаграмм, рис. 1, можно сделать вывод, что порядка 80% трансформаторов загружены менее чем на 30% с большими потерями [1].

Современное развитие электроэнергетики заключается в оснащении передовыми технологиями, обеспечении потребителей надежной, качественной и экономически обоснованной энергией.

За последнее десятилетие электропотребление бытовыми приборами за счет использования новых технологий изменилось в сторону уменьшения [2-4]. С 2023 г. показатели удельного расхода электроэнергии должны быть улучшены на 40%, а с 2028 г. на 50% [2, 3]. Анализ возводимых жилых зданий г. Москвы за период с 2013 г. по 2018 г. показал тенденцию к увеличению количества жилых домов с классом энергоэффективности А и В, что подразумевает снижение фактической мощности жилых зданий и в будущем, рис. 2 и 3.

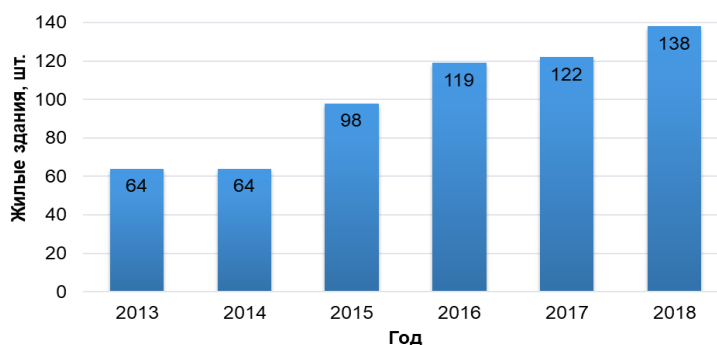


Рис. 2. Количество жилых зданий с присвоенным классом энергоэффективности В, введенных в период с 2013 г. по 2018 г.

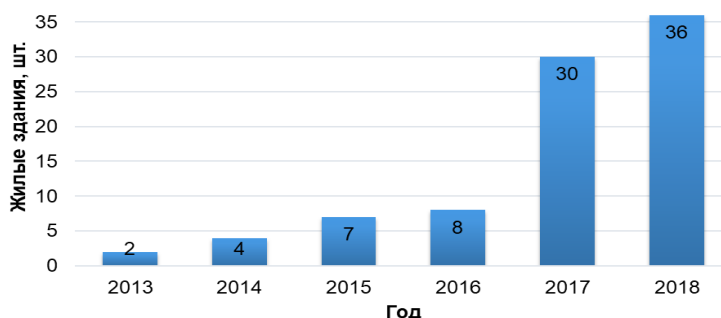


Рис. 3. Количество жилых зданий с присвоенным классом энергоэффективности А, введенных в период с 2013 г. по 2018 г.

Для решения проблемы в жилом секторе необходима актуализация удельных расчетных электрических нагрузок, основанных на фактических данных [2, 3].

Решению поставленной задачи способствует цифровая трансформация в энергетике, в частности переход на использование интеллектуальных счетчиков электроэнергии [4-7].

Использование автоматизированной информационно-измерительной системы, рис. 4., демонстрирует возможность мониторинга не только активной мощности, но и реактивной, доступна возможность съема показаний по тарифным зонам у потребителей разных категорий [8].

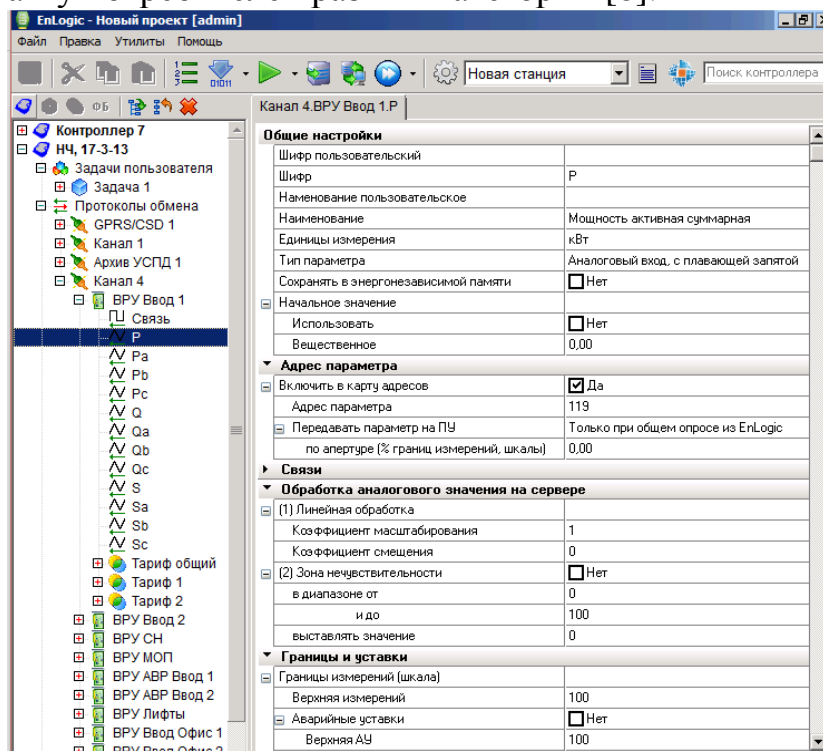


Рис. 4. Интерфейс автоматизированной информационно-измерительной системы.



На рис. 5 представлены профили мощности квартир. На рис. 6 профили мощности жилого дома (64 квартиры), замеренные 31 декабря в разные годы, начиная с 2016 по 2020 гг. На рис. 7 профиль мощности, замеренный на распределительной подстанции с 30.12.2020 г. по 01.01.2021 г. и 01.08.2020. К распределительной подстанции подключено 19 жилых домов (4214 квартир), 1 среднеобразовательная школа и 2 дошкольных учреждения.

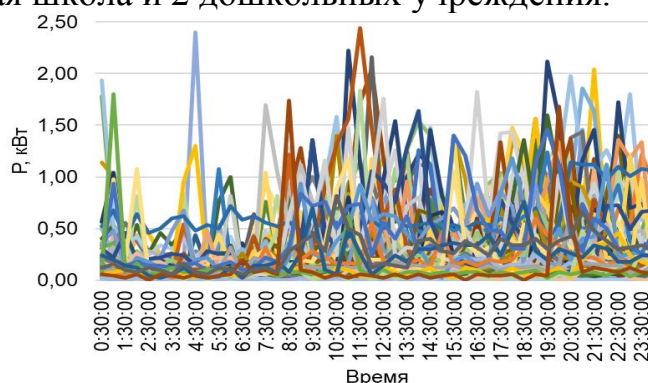


Рис. 5. Профили мощности квартир.

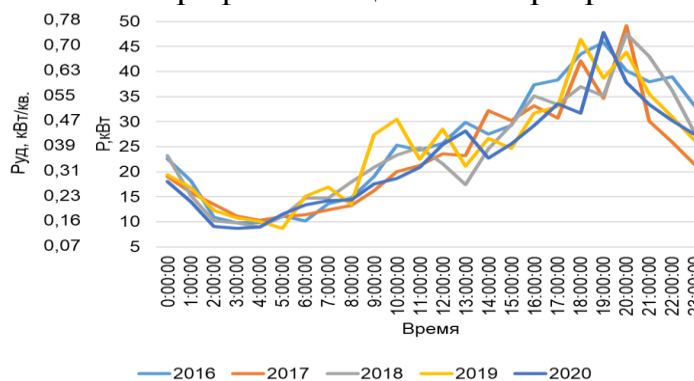


Рис. 6. Профили мощности жилого дома (64 квартиры).

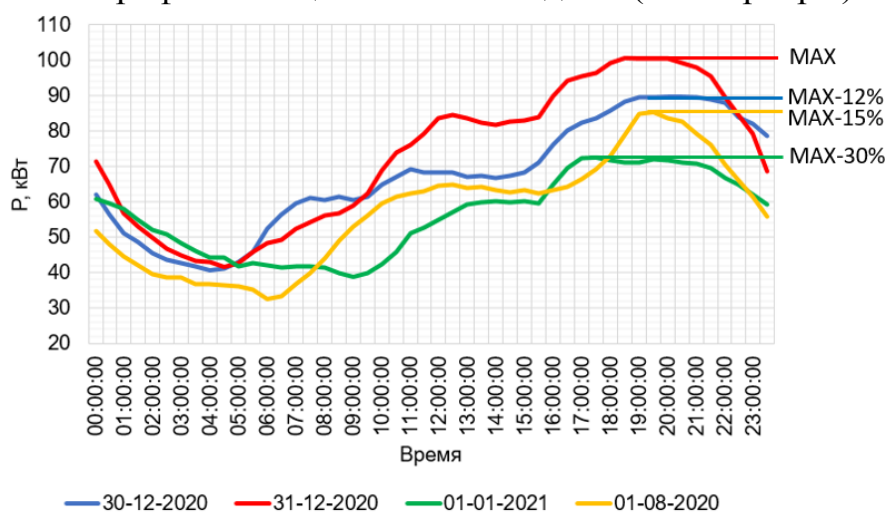


Рис. 7. Профиль мощности распределительной подстанции.



На рис. 5 показаны профили мощности квартир, позволяющие классифицировать потребителей [2, 9]. Наблюдение профиля мощности в один из самых загруженных дней (31 декабря) с 2016 по 2020 г. не выявило значительных изменений нагрузки в зависимости от года, рис. 6. На рис. 7 продемонстрировано, что зимние нагрузки остаются более высокими (с максимумом 31 декабря) по сравнению с летними. Своевременную корректировку нормативных значений электрических нагрузок необходимо выполнить для всех регионов России [5]. Региональный признак нужно учитывать при мониторинге и актуализации удельных значений электрической нагрузки [5].

Заключение

Актуализация удельных расчетных электрических нагрузок позволит:

1. Снизить бюджетные расходы на системы электроснабжения в городских и сельских агломерациях на основе формирования статистически обоснованных нагрузок жилых и общественных зданий, реконструкции городских подстанций и снижения потерь электроэнергии. Снизить количество городских подстанций напряжением 110 – 220 кВ и отвод земли на канализацию высоковольтных кабельных трасс, освободить городские территории для коммерчески выгодных застроек. Имеет место энергосберегающий эффект за счет снижения потерь электроэнергии в адекватно выбранных трансформаторах.

2. Повысить надежность в системах городского и сельского электроснабжения, ресурсосбережение за счет использования принципов циркулярной экономики, снижение генерируемой мощности в рамках выполнения задач Энергетической стратегии Российской Федерации.

3. Для Республики Татарстан снизить затраты в жилищном строительстве в среднем на 1 млрд. руб. в год, а для Российской Федерации - на 100 млрд. руб. в год, связанные с уменьшением стоимости технологического присоединения, уменьшением мощности, количества и потерь в трансформаторных подстанциях.

Литература

1. Савина Н.В., Яненко А.Г. Оптимизация коэффициентов загрузки распределительных силовых трансформаторов в условиях эксплуатации. Сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов, 2019, с. 86-91.

2. Солуянов Ю.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Энерго-ресурсосберегающий эффект в системах электроснабжения жилых комплексов



от актуализации нормативов электрических нагрузок. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2021, №1 (23), с.156-166.

3. Солуянов Ю.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Актуализация удельных электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2021, №3 (23). с. 62-72.

4. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Исследование электрических нагрузок многоквартирных жилых комплексов в период распространения новой коронавирусной инфекции. Вопросы электротехнологии, 2021, №2. с. 57-67.

5. Антонов Н.В., Евдокимов М.Ю., Чичеров Е.А. Проблемы в оценке региональной дифференциации потребления электроэнергии в бытовом секторе России. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, 2019, № 4, с. 53-71.

6. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Халтурин В.А., и др. Энергосберегающие решения в распределительных электрических сетях на основе анализа их фактических нагрузок. Электроэнергия. Передача и распределение, 2020, № 5 (62), с. 68-73.

7. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Галицкий Ю.Я., Чернова Н.В., Ахметшин А.Р. Актуализация нормативных значений удельной электрической нагрузки многоквартирных домов в Республике Татарстан. Электричество, 2021, № 6, с. 62–71.

8. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов. Москва: ИД «ФОРУМ» ИНФРА-М, 2017, 416 с.

9. Жилкина Ю.В. Концепции интернета вещей как способ мотивации к энергосбережению. Электрические станции, 2020, № 2 (1063). с. 23–26.

УДК 621.316

Хамидов А.А.*

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И РАБОТА ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ

*Студент 3-го курса специальности «1-43 01 03 – Электроснабжение»

Худжандский политехнический институт

Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,

735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226



Электрическая энергия как товар используется во всех сферах жизнедеятельности человека, обладает совокупностью специфических свойств и непосредственно участвует при создании других видов продукции, влияя на их качество. Понятие качества электроэнергии (КЭ) отличается от понятия качества других видов продукции. Каждый электроприемник (ЭП) предназначен для работы при определенных параметрах электрической энергии: частота, номинальное напряжение, ток. Поэтому для нормальной его работы должно быть обеспечено требуемое КЭ. Таким образом, качество электрической энергии определяется совокупностью ее характеристик, при которых ЭП могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции. Поэтому измерения параметров сети имеют огромное значение в оценке качества электроэнергии. К проблемам качества электроэнергии относится множество различных явлений. Каждое из этих явлений может происходить при определенных обстоятельствах и иметь разные решения по устранению, которые могут способствовать улучшению качества электроэнергии и, как следствие, характеристик оборудования. При оценке электромагнитной обстановки и способов решения проблем, связанных с электромагнитной совместимостью, можно воспользоваться методом виртуального моделирования, что позволит довольно быстро определить рациональные варианты решения. Потребители электроэнергии рассчитываются и изготавливаются на длительную работу с номинальными электрическими параметрами – частота сети, напряжение и ток, при которых они обладают наивысшими технико-экономическими показателями [1]. Однако, при передаче электроэнергии от станций к потребителям качество ее ухудшается, так как в сетях имеют место потери напряжения, зависящие от длины или качества монтажа линий. Несимметрия нагрузки фаз вызывает несимметрию напряжений. Наличие преобразовательных устройств приводит к несинусоидальности напряжений, а изменение нагрузки при отключении и подключении потребителей вызывают колебания частоты и напряжения. Указанные причины, а также ряд других факторов, приводят к отклонению параметров качества электрической энергии от нормированных значений, что влияет на работу электроприемников. Качество электроэнергии непосредственно связано с экономичностью производства, поскольку отклонения показателей качества от номинальных приводят к снижению КПД, коэффициента мощности, производительности, срока службы и других показателей потребителей электроэнергии. Другим отражением качества электроэнергии является его влияние на сам предмет производства, на качество продукции. Действительно, отклонение показателей качества энергии от номинальных ведет непосредственно к нарушению технологических процессов



(обработки, проката, гальванизации, нагрева и т. п.). Качество электрической энергии связано и с некоторыми социальными проблемами. Так, например, недопустимые отклонения напряжения в осветительных сетях вызывают снижение освещенности, что сказывается на органах зрения человека [2]. Появление высших гармоник в сетях электроснабжения вызывает не только нарушение работы радио- и телевизионной аппаратуры, но в определенных условиях воздействует и на здоровье людей. Высокочастотные вибрации рабочего инструмента, вызванные наличием высших гармоник, приводят к различным профессиональным заболеваниям рабочих.

Отклонения и колебания напряжения в электрических сетях, вызываемые непрерывным изменением электрических нагрузок, приводят к изменению освещенности, повышению удельного расхода энергии, изменению технологических процессов, увеличению себестоимости продукции, браку и другим негативным последствиям, снижающим народнохозяйственную эффективность производства. Причиной, вызывающей искажение напряжения и тока в электросети, выступают нелинейные потребители, которые используют ток несинусоидального типа. Среди таких источников стоит выделить, электродвигатели с инверторной системой управления, комплексы плавного пуска двигателей, выпрямители управляемого и неуправляемого типа, блоки питания, электротермическое оборудование – лазеры, дуговые и индукционные печи с высокой частотой, сварочные агрегаты, микроволновые установки и т.п [3]. Основное внимание заслуживает группа электротермического оборудования, так как для их питания используются мощные силовые полупроводниковые элементы, печные трансформаторы. Данное оборудование может создавать и усиливать негативные эффекты в электросети, а именно, несимметричность и несинусоидальность напряжения.

Существующие способы моделирования электротехнологического или иного оборудования позволяют произвести анализ работы установок до реализации последних. Любое моделирование представляет собой упрощение и описание процессов в четкую структуру, и именно степень упрощения (точность описания) позволяет смоделировать более точно работу установки. Моделирование позволяет создать точную эквивалентную копию действующего оборудования, на которой специалисты имеют возможность отточить свои навыки и повысить свой уровень подготовки. Математические расчеты как вид моделирования, позволяет оценить состояние системы в идеальной среде в конкретный момент времени и при определенных условиях, что не всегда позволяет оценить правильность работы установки в целом, является простым, быстрым способом проверить правильность работы установки. Тогда на смену приходит компьютерное моделирование, когда с



помощью специализированного программного обеспечения, возможно, оценить работу установки с течением времени и прибегая к более сложным расчетам и зависимостям. Компьютерный анализ является гибким и многофункциональным способом, даёт возможность моделировать разнообразные по своей природе процессы и позволяет за достаточно короткое время получить необходимый результат. Задавая пределы неидеальности тех или иных компонентов системы, мы получаем достаточно точный расчет работы установок. Сложность данного метода состоит в том, что необходимо заранее учесть и запрограммировать все возможные ситуации и процессы. Такой подход порождает большое количество переменных и зависящих от них параметров, что влечет за собой применение мощной вычислительной техники для обработки информации. Физическое моделирование – один из самых сложных и затратных способов моделирования электротехнологических установок, но является наиболее точным и эффективным. Физическое моделирование добавляет в анализируемую среду некий элемент случайности и неидеальности, шанс возникновения явлений которые будут влиять на электрические параметры установки и электросети. Так, с течением времени, действиями окружающей внешней среды (температура, влажность, параметры питающей сети и т.д.) материалы и электронные компоненты изменяют свои характеристики (в пределах установленных норм), что неизбежно влечет за собой изменение параметров электротехнологической установки в целом. Порой эти изменения не поддаются ни прогнозированию, ни четкому описанию, и учесть их при других способах моделирования представляется крайне сложно или даже невозможно. Достоверность полученных данным способом результатов при физическом моделировании, как правило, проверяется с использованием других видов моделирования применительно к отдельным элементам и составным частям, что достаточно упрощает расчеты или компьютерный анализ. Рассматривая виды моделирования необходимо упомянуть о том, что все они должны дополнять и перепроверять друг друга. Так в компьютерном анализе очень часто прибегают к созданию физических моделей частей исследуемой системы. И конечно же физическое моделирование и компьютерный анализ не обходится без проведения определенных вычислений при проектировании, проверке и проходящей наладке технологических установок [4]. Выбор метода моделирования определяется исходя из конкретной задачи и сложности анализируемой среды технологической установки. Каждый из способов требует определенных трудовых, финансовых и других ресурсов. Так, для проведения подобных расчетов необходимы квалифицированные кадры, для проведения детального и полного компьютерного анализа дополнительно необходимы вычислительные



мощности, для проведения физического анализа необходимо провести предварительные расчеты и компьютерный анализ и реализовать масштабные установки или их части для проведения лабораторных испытаний. Сложность моделирования напрямую зависит от количества задействованных параметров в функциях, чем больше используется переменных в вычислениях, тем точнее и многофункциональней будет расчетная модель установки.

Литература

1. Борисова Л.М., Гершанович Е.А. Экономика энергетики: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 208 с.
2. Чемоданов Е.В. Оценка влияния несимметрии, несинусоидальности и отклонения напряжения на работу электрооборудования предприятия агропромышленного комплекса // Вестник ЧГУ. 2012. №3.
3. Влияние на работу электроприемников - Качество электроэнергии и его обеспечение [Электронный ресурс]. Дата обновления: 06.04.2016. — URL: <http://forca.ru/knigi/arhivy/kachestvo-elektroenergii-iego-obespechenie-2.html> (дата обращения: 06.04.2016).
4. Колесников Е.В. Системообразующие принципы проектирования и эксплуатации электротехнологического оборудования // Вестник СГТУ. 2006. №1.

УДК 621.311.1.004.18

Ходжиев А.А.

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

Вопросы рационального использования ограниченных энергетических ресурсов приобретает значительную актуальность для мирового сообщества, а её решение становится одной из основных задач для большинства государств, в том числе и для Республики Таджикистан. На электрическое освещение промышленных предприятий, гражданских строений и административных зданий приходится примерно от 30 до 70 % от суммарного потребления электроэнергии. Получение максимального экономического эффекта от



расходования такого значительного потребления электрической энергии в настоящее время является весьма актуальной задачей.

Экономия электроэнергии не должна достигаться снижением норм освещенности, отключения части осветительных приборов или отказа от искусственного освещения при недостаточном уровне естественного света, поскольку уменьшение освещенности приводит к снижению зрительной работоспособности, ухудшению состояния людей, снижению производительности труда и т.д. [1]. Потери от ухудшения осветительных условий значительно превосходят стоимость сэкономленной электроэнергии.

Обычно, система освещения на всех предприятиях является комбинированной, поэтому попытки увеличить долю использования естественного освещения является задачей не менее важной, чем экономия на искусственном освещении.

В общем случае, меры по снижению потерь электрической энергии в системах освещения можно разделить на 3 вида:

- Увеличение доли естественного света;
- Применение современных технологий;
- Меры, не подпадающие под вышеуказанные категории.

Увеличение доли естественного света реализуется различными способами. Одним из таких способов является применение светлых материалов отделки внутренних помещений. Данный способ основан на повышенной отражательной способности светлых тонов. Использование в осветительных установках новых отражателей является одним из самых простых способов. В связи с потерей отражательных характеристик или вообще отсутствием отражателей, коэффициент полезного действия светильника может снизиться в 1,5 – 2 раза, а коэффициент использования осветительной установки в 2 – 2,5 раза. Очистка оконных проемов и стекол осветительных установок так может увеличить уровень освещенности, а, следовательно, и уменьшить количество включаемых ламп. Данное мероприятие снижает суммарные потери электрической энергии в осветительных установках. Данная мера принесет пользу только в совокупности с другими мерами по снижению потерь электрической энергии в освещении.

Другой мерой по снижению потерь электрической энергии является применение современных технологий. Осветительная нагрузка на промышленных предприятиях, в административных зданиях и т.д. преимущественно представлена газоразрядными лампами. В работе [2] указано, что для искусственного освещения производственных и жилых помещений, улиц, скверов и парков наиболее эффективным является использование газоразрядных ламп низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы



низкого давления по своей сути являются обычными люминесцентными лампами, которые используются повсеместно для освещения производственных, административных, учебных и жилых помещений.

Основное их преимущество относительно обычных ламп накаливания является [3]:

- большая светоотдача (люминесцентная лампа – 20 Вт даёт такой же световой поток, как и лампа накаливания – 100 Вт);
- разнообразные световые оттенки;
- длительный срок службы относительно тех же ЛН (в среднем 12000 часов против 1000 у ЛН);

Люминесцентные лампы применяются только вместе с пускорегулирующей аппаратурой (ПРА). Пускорегулирующая аппаратура делится на 2 типа:

- электромагнитная пускорегулирующая аппаратура (ЭМПРА);
- электронная пускорегулирующая аппаратура (ЭПРА);

Главными достоинствами ЭМПРА являются их относительно невысокая стоимость, простота в исполнении и слабая чувствительность к температурным перепадам. Потери в мощности при использовании электромагнитного балласта лежат в пределах 10-50%, в зависимости от мощности источника света – чем мощнее лампа, тем меньше потери. Согласно европейским стандартам, по уровню потерь мощности существуют три класса дросселей: В (особо низкие потери), С (пониженные потери) и D (нормальные потери) [4].

В то же время ЭМПРА обладает значительным количеством недостатков. К ним относятся:

- достаточно большие потери мощности;
- низкий коэффициент мощности;
- стробоскопический эффект (особенно опасный на производстве) и т.д.

Всех этих недостатков лишены люминесцентные лампы с ЭПРА. В ЭПРА установлен конденсатор, который компенсирует реактивную мощность, отсутствие стробоскопического эффекта из-за высокой частоты мерцания ЛЛ с ЭПРА, порядка 60-85 кГц и т.д.

В настоящее время светодиодное освещение является одним из перспективнейших направлений технологий искусственного освещения, которое основано на использовании светодиодов как источника света [5]. Применение светодиодных ламп по сравнению с другими видами ламп имеет ряд достоинств, а именно: отсутствие вольфрамовых нитей накаливания, как в люминесцентных лампах и в лампах накаливания, которые могут испортиться либо путем перегрева или от тряски. Основным преимуществом светодиодных ламп является низкое энергопотребление (в среднем, не более 10% от энергии



потребляемой лампой накаливания), при этом качество электроэнергии не ухудшается (уровень освещённости лучше, даже чем у ламп накаливания и люминесцентных ламп). Таким образом применение различных современных типов ламп снижает потребляемую электрическую энергию, что ведет и к снижению потерь. Применение современных технологий основано не только на замене ламп накаливания на более современные лампы, а также на использовании различного рода датчиков (освещенности, движения, звука и т.д.). Повсеместно в освещении улиц крупных мегаполисов в последнее время применяются датчики освещенности “день – ночь”. Когда начинает уменьшаться уровень солнечной активности (“смеркается”), датчик отдает сигнал на включение осветительных установок. При увеличении солнечной активности (рассвет), датчик освещенности отдает сигнал на отключение осветительных установок.

Датчик освещенности (фотореле) Feron SEN27 может включать или выключать свет в соответствии с освещенностью. Температура окружающей среды и влажности на действие датчика освещенности не влияют. Фотореле можно применять, например, при уличном освещении, садовом освещении т. д. [6]. Достаточно часто в жилых домах устанавливаются датчики движения. Датчики движения включается свет только тогда, когда датчик улавливает движение крупных объектов. Применение таких датчиков помогает серьезно экономить на электроэнергии, приходящейся на общедомовые нужды.

Микроволновый датчик движения TDM ДДМ-02 SQ0324-0021 является универсальным прибором для автоматического управления освещением (внутренним или уличным), а также устройствами сигнализации. Благодаря компактным размерам и способности обнаруживать объекты через препятствия, датчик можно установить практически в любом месте: под потолком, перед дверью и даже под стеклом светильника. Работает по принципу локации СВЧ. Применение такого приспособления позволяет значительно снизить расход потребляемой электроэнергии и продлить срок службы осветительного прибора [7]. Таким образом применение различных датчиков может существенно снизить потери электрической энергии.

Дополнительными мерами по снижению потерь электрической энергии является разбиение на осветительные зоны. Значительный эффект от данной меры может быть достигнут в цехах промышленных предприятий, административных зданиях и учебных заведениях. Часто в цехах промышленных предприятий осветительные установки включаются по всей территории, даже в тех участках цеха, где рабочие непосредственно не находятся. То есть, разбиение на осветительные зоны основано на выборочном включении света;



включение осветительных нагрузок только в тех местах, где непосредственно производятся работы.

Таким образом рассмотренные мероприятия по снижению потерь электрической энергии в системах освещения помогут снизить потребляемую энергию, что в целом уменьшит потери. Данные мероприятия должны осуществляться в комплексе, чтобы положительные эффекты от каждого из способа проявили себя. Поэтому решение проблемы энергопотребления должно быть найдено с применением комплексного подхода.

Литература

1. Строительные нормы и правила: СНиП СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2011. – 75 с.

2. Овчинников В.С. Энергосберегающие технологии в системах освещения/В.С. Овчинников//Электрооборудование судов и электроэнергетика: сборник научных трудов/Калининград: КГТУ, 2000. – С. 19 – 21.

3. Википедия: Свободная энциклопедия [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Люминесцентная_лампа (дата обращения 20.03.2016).

4. ЭПРА-Консалтинг [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://epra-consulting.ru/PRA.php> (дата обращения 20.03.2016).

5. Семеняк М.В. Светодиодные источники света в системах наружного и внутреннего освещения/ М.В. Семеняк, В.Н. Горюнов // Вестник Омского Государственного Аграрного Университета. – 2011. – № 2 (2). – С. 59 – 62.

6. Интернет-магазин STOP ELEKTRO [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stop-elektro.ru/shop/osveshenie-komplektuyushie/datchiki-dvizheniya-osveshennosti/light-sensor-25a-feron-sen27/>.

7. Все инструменты.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vseinstrumenti.ru/electrika_i_svet/spec_osv/datchiki_dvizheniya/camelion/lx-20b_6440/#tab-1.



УДК 621.316

Шарипов А.М.*

МЕРОПРИЯТИЕ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПОДСТАНЦИЯМИ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ

*Студент 4-го курса специальности «1-43 01 03 – Электроснабжение»

Худжандский политехнический институт

Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

Вопросы повышения качества электроэнергии, поступающей к потребителям, в настоящее время являются весьма актуальными. Приборы контроля качества электроэнергии и специальные устройства регулирования обычно устанавливаются на подстанциях. Это рационально и экономически обосновано. Вместе с тем, возникают вопросы выбора наиболее эффективных устройств и способов регулирования параметров.

Основными показателями качества электрической энергии являются: установившееся отклонение напряжения; длительность провала напряжения; импульсное напряжение; коэффициент временного перенапряжения; коэффициент несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности; коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения; коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения.

Наиболее частыми виновниками провалов и импульсов напряжения являются энергоснабжающие организации. Причинами импульсных напряжений являются грозы и коммутационные переключения. Для снижения перенапряжений в электроэнергетических системах, вызванных молнией, коммутационными процессами или другими причинами, применяются ограничители перенапряжений (защитные разрядные промежутки, варисторы, лавинные диоды).

Отклонения напряжения от номинальных значений происходят из-за суточных, сезонных и технологических изменений электрической нагрузки потребителей; изменения мощности компенсирующих устройств; регулирования напряжения генераторами электростанций. Колебания напряжения вызываются резким изменением нагрузки на рассматриваемом участке электрической сети, например, включением мощных асинхронных двигателей, дуговых сталеплавильных печей, сварочных аппаратов; использованием технологических установок с быстропеременным режимом работы и т.п. Регулирование напряжения в сети может осуществляться



изменением коэффициентов трансформации трансформаторов. В настоящее время применяются силовые трансформаторы с регулированием под нагрузкой. При работе такого устройства имеет место продольное регулирование напряжения. Если необходимо изменять не только модуль напряжения, но и его фазу, требуется применение добавочного трансформатора. При совпадении векторов электродвижущей силы силового и добавочного трансформаторов коэффициент трансформации возрастает, а при встречном - уменьшается.

Для уменьшения колебания напряжения применяется разделение на подстанциях резкопеременной и спокойной нагрузок. Наиболее простым способом является использование сдвоенного реактора: спокойные и резкопеременные нагрузки подключаются к различным секциям реактора. Следует учитывать, что при изменении сопротивления системы эффективность работы реактора ухудшается, поэтому необходимо оборудовать реактор системой регулирования.

Наиболее распространенными источниками несимметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения являются индукционные и дуговые электрические печи, электросварочные агрегаты, вентильные выпрямители, специальные однофазные нагрузки, осветительные установки. Снижение несимметрии напряжений может быть обеспечено рациональным распределением нагрузок. При невозможности обеспечить требуемый уровень несимметрии напряжений с помощью схемных решений применяются симметрирующие устройства. При помощи нескольких трансформаторов или специального трансформатора, включенного определенным образом между сетью и несимметричной нагрузкой, можно получить необходимое напряжение на нагрузке и добиться выравнивания линейных токов. Следует отметить, что симметрирующие свойства зависят от характера нагрузки.

Симметрирование системы напряжений может быть осуществлено также путем введения системы добавочных ЭДС, т.е. между источником и приемником в разрыв линейных проводов включаются дополнительные источники ЭДС, образующие систему обратной последовательности. В результате суммирования ЭДС основного и добавочного источников их симметричные составляющие обратной последовательности взаимно компенсируются, напряжение на приемнике становится симметричным. В качестве источника добавочной системы ЭДС могут быть использованы синхронный генератор, трансформаторы последовательного регулирования или трансформатор с пофазным регулированием коэффициента трансформации.

Главной причиной искажений синусоидальности напряжения являются вентильные преобразователи, электродуговые сталеплавильные и термические печи, установки дуговой и контактной сварки, преобразователи частоты,



индукционные печи, телевизионные приемники, компьютеры, газоразрядные лампы и др. Обеспечить допустимый уровень несинусоидальности в некоторых случаях возможно путем выделения нелинейных нагрузок на отдельную секцию шин, подключенную к одной из обмоток многообмоточного трансформатора или реактора. Батареи конденсаторов должны включаться последовательно с защитными реакторами. При большем уровне несинусоидальности конденсаторы используются в фильтрокомпенсирующих устройствах. Фильтры настраиваются на частоты одной или нескольких высших гармоник, преобладающих в амплитудных спектрах напряжения сети, либо на промежуточную частоту в зависимости от вида нелинейных нагрузок. Обеспечение требуемого снижения несинусоидальности напряжения позволяет облегчить работу конденсаторов и увеличить срок их службы [1].

Наиболее сложные вопросы возникают при использовании централизованной компенсации параметров сети, при которой компенсирующие устройства размещаются на одной из подстанций системы электроснабжения, а параметры их выбираются такими, чтобы уровни высших гармоник на всех подстанциях были в допустимых пределах и обеспечивался необходимый уровень качества электроэнергии. Наиболее важной является задача выбора места установки, числа и мощности компенсирующего устройства в системе электроснабжения.

Литература

1. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий.- М.:Энергаторомиздат. 1987.

УДК 621.313

Шокирова И.А.

ИСТИФОДАИ ТЕХНОЛОГИЯИ МУОСИРИ ИТТИЛООТӢ ВА ТЕХНОЛОГИЯҲОИ САРФАҶӮИИ ЭНЕРГИЯ ДАР САНОАТ

Донишгохи давлатии Хучанд ба номи академик Б. Гафуров
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.Хучанд, гузаргоҳи Мавлонбеков 1

Ҷорӣ намудани технологияи муосири иттилоотӣ дар истехсолот ва технологияҳои сафҷӯии энергия дар саноат — раванди меҳнатталаб буда, ҷалб намудани мутахассисони баландихтисос барои таҳлили ҷузъии равандҳои



тиҷоратии ширкатҳо талаб мекунад, ба мисли сиёсати молӣ ва иқтисодӣ, самтҳои асосии фаъолияти он, муайянкунии афзалият ва норасоии он ба ҳисоб меравад

Сарфаҷӯии энергия – ин истифодаи самараноки истифодаи захираҳои энергетикӣ аз ҳисоби истифодаи ҳалҳои технологияҳои инноватсионӣ ҳисоб меёбад, ки бо тарзи техникӣ иҷро ва иқтисодан асос карда шудаанд, аз нуқтаи назари экологӣ ва ва иҷтимоӣ қобили қабул буда, ҳаёти муқаррарии инсонро бо истифодаи технологияҳои замонавӣ беҳатар ва бароҳат намояд.

Имрӯзҳо технологияҳои муосири иттилоотӣ хеле тез ва босуръат дар ҳамаи самтҳои саноат энергетика, тиб, биотехнология ва ғ. рушд меёбад — махсусан аксарияти соҳаҳои истеҳсолии корхонаҳо автоматикунонида шуда истодаанд. Ҳалҳои технологиро барои сабук гардонидани сарбории вазнини коргарон ва автоматикунонии равандҳои корӣ ҷорӣ месозанд.

Якчанд сабабҳои анъанавӣ барои гузаштан ба технологияҳои муосир дар корхонаҳои саноатӣ мавҷуданд:

- Хавфи корношоямӣ тачҳизотҳо ва шикастани механизмҳои дастгоҳҳо

Сифати маҳсулоти истеҳсолшуда бевосита аз коршоямӣ тачҳизотҳои саноатӣ алоқамандӣ дорад. Мутассифона, аксар вақт коргарони корхонаҳо нуқсонҳои пайдошуда сабабҳои вайроншавии дастгоҳҳои истеҳсолиро ба мадди назар намегузоранд, ва имрӯзҳо бояд аз системаҳои муосири автоматикунонӣ истифода бурд, чунки истифодаи технологияи иттилоотӣ дар истеҳсолот ва автоматикунонии равандҳои технологӣ метавонад ҳамаи равандҳоро пурра автоматикӣ пайгирӣ (сканиронӣ) намояд ва оиди пайдошавии нуқсон ё осебҳо ҳангоми речаҳои корӣ ахборот диҳад ва дар барқтаъминотии онҳо хароҷотҳоро кам созад. Дар ин ҷо сухан оиди датчикҳои ҳиссиётнок ба дилхоҳ тағйиротҳо ҳам дар раванди технологӣ ва ҳам дар тағйирёбии параметрҳои корӣ меравад, яъне дар ин системаҳои автоматикунонидашудаи истеҳсолӣ ҳамаи таҳлили речаҳои корӣ, маълумсозии нуқсонҳо ва ҳатто ҳалҳо оиди бартарафсозии онҳо пешниҳод карда шуда, инчунин сабабҳои осебгирии имконпазири дастгоҳҳо ва ба садама дучоршавии онҳоро пешгӯӣ карда метавонад.

Коркарди нокифояи фаврии иттилоотҳо. Танҳо дар системаҳои иттилоотӣ метавонад ҳамаи иттилооти корхонаи саноатӣ, қори сеҳҳои корхона, ҳаҷми маҳсулоти истеҳсолшуда ва ғайра чамъ, коркард ва нигоҳ дошта шавад. Маълумоти нопурра имконияти ташаккули баҳогузориҳои объективии ҳолати ҷорӣ корхонаи саноатиро дода наметавонад.

• Коммуникатсияи ҷудогона дар дохили корхона ва мавҷуд набудани системаи ягонаи захираҳои иттилоотӣ барои таҳлили ҳалҳо ва ҳолати ҷорӣ корхонаҳои истеҳсолӣ, мавҷуд набудани захираҳои иттилоотӣ барои таҳлили ҳалҳо душвор месозад.



Дар аксарияти корхонаҳои азим дар командаҳои коркунон коммуникатсияи доимӣ байни коргарон амал намекунад. Ин хеле раванди танзимсозии равандҳои кори истеҳсоли ва ҷустуҷуи роҳҳои ҳалли ин муаммо сӯст мегардонад.

• Таъминоти беҳатарӣ ва сарфаи барқи электрикӣ дар корхонаҳои саноатӣ бо тавассути технологияҳои иттилоотӣ.

Нигоҳдории беҳатарии самараноки корхонаҳои саноатӣ — ин омили муҳимтарин бевосита таъсиркунонда ба кори функционалии таҷҳизотҳои энергетикӣ аст. Барои таъминоти беҳатарӣ дар саноат бояд як қатор мейёрҳоро қабул намуд, ба мисли ҷорӣ намудани системаҳои тафтиш ва идоракунии дастрасӣ дар системаҳои автоматикунонии равандҳои истеҳсолии корхонаҳо. Ҷорӣ гардидани ин система дараҷаи беҳатариро дар корхонаҳо афзун намуд ва барои рақамикунӣ ва гузаштан ба технологияҳои муосир мусоидат намуд. Рақамкунонии корхонаҳо барои гирифтани афзалиятҳои рақобатпазир ва рушди устувори иқтисодӣ хеле муҳим аст. Лекин роҳбарони корхонаҳои истеҳсоли ва топ-менеджерҳои ширкатҳо ҳалли ин муаммо кашол медиҳанд.

Бо кадом муаммоҳо метавонад корхонаҳои саноатӣ ҳангоми ҷорикунии технологияҳои иттилоотӣ бархӯрад, онҳоро номбар мекунем:

Арзиши баланди табдилдиҳии рақамӣ

Муаммои паҳнгардида — арзиши баланди объектҳои ҷоришавандаи технологияҳои иттилоотӣ ба ҳисоб меравад. Аксарияти роҳбарияти корхонаҳои саноатӣ тасаввурот надоранд, ки барои чӣ ба ширкатҳо ва корхонаҳои онҳо технологияҳои иттилоотӣ зарурият дорад, ва ҷорӣ намудани технологияҳои иттилоотӣ хароҷотҳои калони пулӣ талаб мекунанд. Бинобар он аз пеш аз ҷорӣ намудани ин технологияҳои навин ва автоматикунонии истеҳсолот бояд нақшаҳои тижоратии ғоиданок аз тарафи иқтисодчиён тартиб дода шавад, бояд бодикқат ҳамаи равандҳои истеҳсолии корхонаҳо таҳлил карда шавад ва бояд муайян намуд, ки кадом вазифаҳои аниқ ва гузошташударо IT-ҳалҳои гузошташуда иҷро кунад.

Интихоби мутахассисон барои ҷорӣ намудан ва хизматрасонии таҷҳизотҳои корхонаҳои саноатӣ

Барои ҳалли ин муаммо бояд мутахассисони соҳибихтисосро дар самти IT ҷалб намуд, ки онҳо метавонанд сифатноки вазифаҳои гузошташударо дар ҳаҷми пурра иҷро мекунанд. Аз дигар тараф, ташкил намудани гурӯҳи корӣ дар ҳуди корхонаҳо ва ширкат беҳтар аст. Афзалият дар он аст, ки онҳо таҷрибаи корӣ доранд ва фарҳанги корпоративӣ ва хусусиятҳои хоси ин ширкатро медонанд, лекин онҳо дорои донишҳои кифоягӣ дар доираи IT надоранд. Ин вариант вақти зиёдро барои омӯзиши онҳо ё такмилдиҳии донишҳои мутахассисони худӣ дар дохил ё хориҷи кишварро талаб мекунанд. Инчунин



кафолати он натиҷагирӣ ва самаранокии маснуоти барномавии чоригардидаи коркунонӣ штатӣ, ки нав аз курсҳои такмили ихтисос гузашта баланд бошад.

Интихоби мутахассисон ба ҳалли дигар муаммо — хизматрасонии IT-ҳалҳои чоришуда ёрӣ мерасонад. Системаҳои муосири иттилоотии технологӣ— ин маҷмӯи замимаҳои мураккаби техникӣ барномавино дар бар мегирад ва онҳо азнавқунии ботанзим ва такмили равандҳои истеҳсолиро талаб мекунад ва махсусан ин системаҳои автоматикунонии муосир аст, ки сари вақт осебҳои пайдошаванда ва хатогиҳои барномавино дар таҷҳизотҳои саноатӣ бартараф мекунад.

Хавфҳои ширкатҳо: ҳимоя аз ҳуҷумҳои ҷосусонаи саноатӣ ва киберҳуҷумҳо ба барномаҳои системаҳои автоматикӣ

Ин муаммони муҳим ҳисоб меёбад, чунки ягон софтверҳои барнома ва ё ягон барномаи зиддивирӯсӣ кафолати садфоизи бехатарӣ ва нигоҳдории иттилооти сабтшуда, қоғазҳои қиматнок ва ҳуҷҷатҳои корхонаҳои саноатиро намедихад. Ҳангоми гузаронидани технологияҳои навини IT-трансформатсия бояд пешакӣ оиди ҳимояи ҳамаи барномаҳои воридшуда дар системаҳои истеҳсоли барои эмин нигоҳ доштан аз ҳуҷумҳо ва шикасти барномаҳои зиддивирӯсӣ этиёткор бошанд.

Чорӣ намудани технологияҳои навин ва рақамикунонии корхонаҳои саноатӣ — тақозои замона ва лоиҳаи дарозмуддат ҳисоб меёбад. Бояд онро ҷиддӣ пеш аз истифодабарӣ ба нақша гирифт: таҳлили чуқури фаъолияти ташкилотҳоро гузаронид, вазифагузори ҳар як коркунонро коркард намуд, ҷӣ тавр гузаронидани омӯзиши самтҳои IT ва доираи кадом фаъолияти корхонаро бояд бо тавассути чорӣ намудани технологияҳои навини иттилоотӣ дар корхонаҳои саноатӣ маълум бояд кард.

Мутахассисон тавсия медиҳанд, ки ба интихоби системаҳои иттилоотӣ ҷиддӣ аҳамият диҳанд. Ҳаматарафа таҳлили дохилӣ ва чуқурӣ ширкатҳоро барои ҷустани “ҷойҳои нозук” дар ин система гузаронанд ва бо диққат IT-платформаҳои корӣ ва ширкатҳои ҳамгироро, ки онро ҳамроҳӣ мекунад, интихоб намоянд: он гоҳ фоидаи максималиро аз лоиҳаи чоришуда гирифтани мумкин аст.

Рӯйхати адабиётҳо:

1. Осин А.В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения в вопросах и ответах. URL: http://www.ict.edu.ru/ft/005823/EOR_NP_v_voprosah_i_otvetah-1.pdf (дата обращения: 20.03.2017)
2. Шокиров Ф., Шамсиев А., Самиев М. Асосҳои технологияҳои иттилоотии муосир ДДҲБСТ. Хучанд 2005 с.



УДК 621.31

Щекин Д.А.*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Магистрант. Научный руководитель: канд.с-х.наук., доцент Пустовая О.А.
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,
Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86,
E-mail: bazy_98@mail.ru, pus14@yandex.ru

Аннотация: в статье приведены перспективы использования беспроводных устройств передачи электрической энергии в сельском хозяйстве, представлены виды передачи электроэнергии беспроводными путями для улучшения условия труда, снижением трудозатрат на продукцию, для механизации производственных процессов, а также снижением экономической составляющей.

Ключевые слова: Беспроводных, энергия, способы, передача, устройств, катушка, лазер, микроволны.

Открытия, способствовавшие созданию технологии беспроводной передачи энергии, были сделаны уже в 12 веке. Однако только в 21 веке эти открытия получили широкое распространение. И сегодня беспроводные сетевые технологии—это настоящее и будущее науки и повседневной жизни. Беспроводные технологии способны не только улучшить жизнь человека, но и решить многие экологические проблемы, связанные с загрязнением ресурсов и экосистем планеты Земля. Кроме этого использование беспроводных устройств имеет существенные перспективы для промышленности и сельского хозяйства. В особенности для климатических зон, имеющих длительный холодный период. Использование техники на электрической тяге позволяет существенно упростить её эксплуатацию в таких условиях, однако создаёт проблемы при её техобслуживании. Использование беспроводных устройств позволяет свести к минимуму вероятность аварийных ситуаций в условиях низких температур. Так процесс зарядки аккумулятора можно организовать в беспроводном режиме, что позволит сохранить изоляцию проводниковых материалов и снизить вероятность пробоя. Упрощает работу с такими устройствами и обслуживающему персоналу, для которого отпадает необходимость при низких температурах работать с металлами и пр.

В настоящее время существует несколько перспективных направлений и конструкторских решений в этой области.



Ультразвуковой метод. Этот метод имеет передатчик и приёмник (рис.1). Датчик излучает ультразвуковые волны. Затем приемник преобразовывал слышимые ультразвуковые волны в электричество. Напряжение передачи достигало 8 В на расстоянии 7-10 метров. В этом случае между приемником и передатчиком должна быть прямая видимость. Доказано, что используемые ультразвуковые частоты не оказывают никакого влияния на организм человека. Использование ультразвуковой передачи энергии невозможно и не рекомендуется из-за ограничений во многих странах, низкой эффективности и высокой стоимости оборудования.

Метод электромагнитной индукции. Это один из самых простых и первых открытых методов в передаче энергии без использования физически связанных объектов. Но главный недостаток этого метода—его поведение.

Электромагнитное поле должно располагаться на расстоянии примерно одной шестой длины волны. Имеются также резистивные потери. Удаление вторичной обмотки от первичной предотвращает попадание большей части магнитного поля на вторичную обмотку.

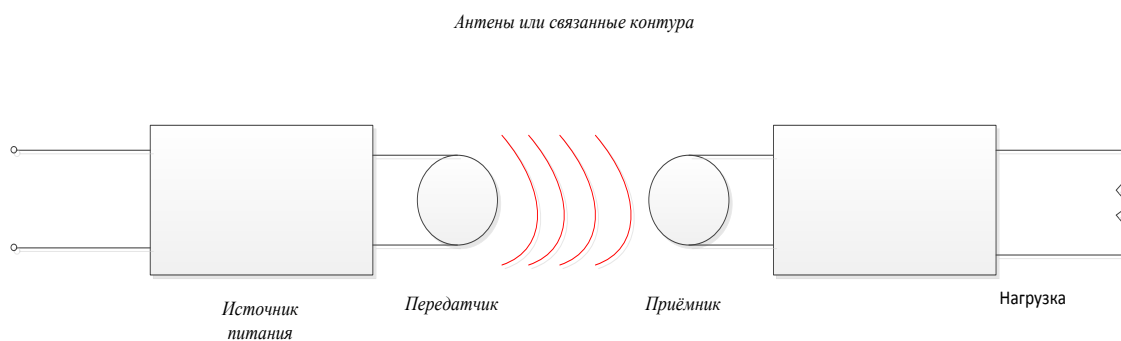


Рисунок 1 - Пример работы ультразвукового способа передачи электроэнергии

Это означает, что даже на относительно коротких расстояниях индуктивная связь становится очень неэффективной, потребляя большую часть передаваемой энергии в пустом состоянии. Простейшим примером поведения электромагнитной индукции является трансформатор (рис.2). Трансформаторы имеют первичную и вторичную обмотки, несвязанные на прямую. Основная функция трансформатора—повышать или понижать первичное напряжение.

Например, есть устройства, работающие потому же принципу, такие как бесконтактные зарядные устройства для мобильных телефонов и электрические зубные щетки. Индукционные плиты также используют этот метод. [1]

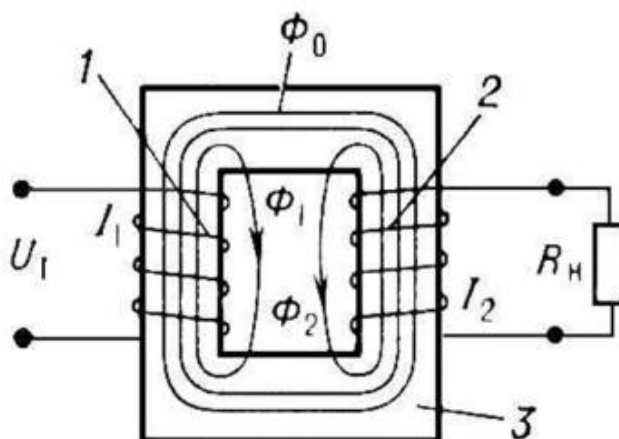


Рисунок 2 - Электрический трансформатор

Резонанс также используется для улучшения электромагнитной индукции. Резонансная индукция уже работает, потому что передатчики приемники настроены на одну и ту же частоту. Благодаря этому ток уже в виде электромагнитных волн, а не в виде электромагнитного поля.

Производительность можно дополнительно улучшить, изменив форму волны управляющего тока с синусоидальной на несинусоидальную переходную форму.

Распространённым применением резонансной электрической индукции является зарядка аккумуляторов в портативных устройствах, таких как портативные компьютеры, мобильные телефоны, медицинские имплантаты и электромобили.

Электростатическая индукция. Емкостная или емкостная связь представляет собой прохождение электричества через диэлектрик. На практике кажется, что ток генерируется электрическим полем, создаваемым двумя или более изолированными пластинами, узлами, электродами или клеммами, возвышающимися над проводящей поверхностью. Сама индукция возникает из-за электрического поля, индуцируемого в пластинах переменными токами высокого напряжения и высокой частоты. Расстояние между двумя электродами и питаемым устройством создает разность потенциалов. Наиболее известными и наиболее распространенным применением электростатической индукции являются беспроводные лампы. Его можно разместить в любом месте в пределах электрического поля, создаваемого источником.

Микроволновое излучение. В этом методе радиоволны играют главную роль в передаче энергии. Передачу энергии радиоволн можно сделать более направленной, укоротив длину волны электромагнитного излучения и увеличив расстояние передачи.



Ректенны можно использовать для преобразования микроволновой энергии в электричество с эффективностью более 95%. Преимущество этого метода в том, что только 5% этой энергии теряется при передаче в любую погоду, но ее необходимо сначала преобразовать в микроволны, а затем обратно в электричество. Но уже есть специальные приспособления для преобразования.

Это магнетрон. Передача энергии с помощью микроволн позволяет передавать энергию на достаточно большие расстояния и даже не требует прямой видимости между приемником и передатчиком, но с увеличением расстояния стоимость возрастает. Так же стоит отметить, что он увеличивается с размером. Оборудование и мощные микроволны могут нанести вред людям окружающей среде.

Лазерный метод. Этот метод обеспечивает довольно большую дальность действия, при этом требуется прямая видимость между приёмниками передатчиком (рис.3). Основным преимуществом этого метода является удобство использования как небольших, так и крупных изделий, таких как спутники также отсутствуют радиочастотные помехи. А чтобы приемнику ловил энергию, достаточно навести на него луч лазера. Этот метод также имеет недостатки.

Например, он не эффективен при преобразовании низкочастотного электромагнитного излучения в высокочастотный свет. Обратное преобразование также неэффективно, так как эффективность фотоэлементов составляет всего 40-50%. Если раньше перенос энергии с помощью лазеров (лазерных установок) производился только в военной и аэрокосмической промышленности, то теперь этот способ применяется и в промышленности в маломощных устройствах. Кроме того, передача лазерной энергии меньше зависит от дифрагированного излучения, а свойства лазера могут увеличить мощность и дальность передачи.

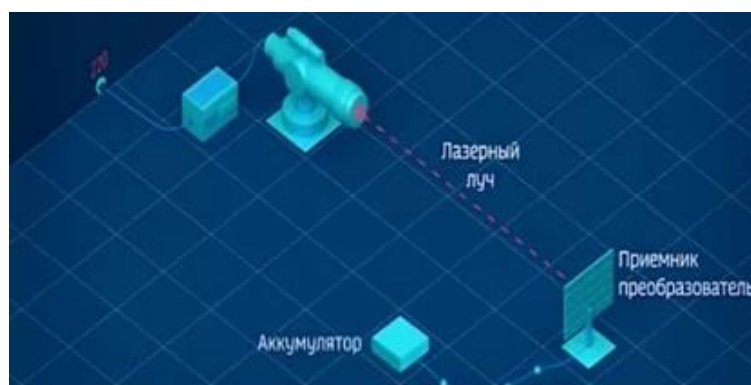


Рисунок 3 - Пример работы лазерного метода передачи электроэнергии



В результате, в этой статье описаны три метода беспроводной передачи энергии. Первый — это метод электромагнитной индукции, который позволяет передавать энергию на очень короткие расстояния. Теперь этот метод применяется в нашей повседневной жизни с беспроводными зарядными устройствами для различных гаджетов. Этот метод малоэффективен из-за его низкой эффективности.

Микроволновое облучение в настоящее время является одним из наиболее перспективных методов. Обладает высокой эффективностью и способностью передавать энергию на землю, в космос, с земли в космос, из космоса на землю, с земли в космос и обратно на землю. Именно с помощью методов микроволнового излучения планируется передавать энергию от солнечных электростанций.

Последний способ передачи энергии с помощью лазеров наименее эффективен, но может потребоваться для перезарядки дрона.

В качестве основного нами для разработки предполагается использовать метод электромагнитной индукции и совместить его с резонансным. Целью нашей разработки является создание безопасной технологии для монтажа электропроводки с использованием дистанционных систем. Использование данного принципа позволит упростить монтаж проводниковых материалов на объектах используя принцип блоковых систем. Так же это позволит повысить пожарную безопасность объектов виду отсутствия контактных поверхностей, нуждающихся в скрутке, спайке и пр.

Список литературы

1. Способы передачи электроэнергии беспроводными методами / А. В. Цыганков, // Б. Е. Кивенко, Д. К. Березовский. /// Молодой учёный №42 (332) октябрь-2020 г.- С. 19-23.
2. Матвеев А. Н. Курс общей физики. Т. 3. Электричество и магнетизм. Учеб. пособие. в” М.: Высш. школа-2014.-463 с
3. Савельев И.В. Курс общей физики, т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие. в «2-е изд.,перераб.» Главная редакция физико-математической литературы-2013.-49с.
4. Семенов О. Ю. Молодой ученый, «Издательство молодой ученый», 2016, №10, 74 с.



Бахши 2
МУАММОҲОИ УСТУВОРИИ ОБИЮ ЭНЕРГЕТИКӢ

Секция 2
ПРОБЛЕМЫ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

УДК 235

Абдуманонова Ф.А.

**ГИДРОЭНЕРГЕТИКА АСОСИ ИҚТИСОДИ САБЗ ВА ОЯНДАИ
ДУРАХШОНИ ТОҶИКИСТОН**

Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ, бизнес ва сиёсати Тоҷикистон
e-mail: firuza-tiens@mail.ru.
Телефон: 92-650-00-82.

Тоҷикистон мамлакати кӯҳӣ мебошад. Дар кӯҳҳои баланд шумораи зиёди пирахҳо ба қайд гирифта шудааст, ки дарёҳои кӯҳӣ аз онҳо ибтидо мегиранд. Массайи оби аз кӯҳ бо суръат ба поён ҷоришаванда дорои энергияи кинетикӣ мешавад. Дар нерӯгоҳҳои обӣ энергияи механикӣ об тавассути генераторҳои индуксионӣ электромеханикӣ ба энергияи электрӣ табдил дода мешавад. Тибқи ҳисобу китоб захираи солони гидроэнергетикии Тоҷикистон тақрибан 527 млрд кВт·соатро ташкил медиҳад. Тоҷикистон аз рӯи захираҳои гидроэнергетикӣ дар ҷаҳон ҷои ҳаштумро (пас аз Хитой, Руссия, ИМА, Бразилия, Ҷоир, Ҳиндустон ва Канада) ишғол менамояд. Аз ҷиҳати захираи хоси гидроэнергетикӣ (кВт·соат/ба ҳар сари аҳоли) ҷои дуюм ва аз рӯи захира бар масоҳат (кВт·соат/км²) ҷои аввалро ишғол мекунад. Бо назардошти захираҳои калон ба гидроэнергетикаи Тоҷикистон тавачҷӯҳи зиёд зоҳир карда мешавад [1]. Бо мақсади ҳарчӣ бештар истифода бурдани захираҳои гидроэнергетикӣ ҳанӯз аз солҳои 40-уми асри гузашта барои дар дарёҳои кӯҳии Тоҷикистон сохтани гидроэлектростансия (ГЭС)-ҳо корҳо оғоз шуда буданд.

Мутаасифона, пас аз пош хӯрдани Иттиҳоди Шӯравӣ шабакаи ягонаи энергетикӣ собиқ Иттиҳод низ гусаста мегардад.

Бо назардошти муҳимияти энергия дар истехсолот, ҳаёти иқтисодӣ ва иҷтимоии ҷомеа, аз солҳои аввали ба истиқлолият расидани Тоҷикистон, расидан ба истиқлолияти энергетикӣро ҳамчун ҳадафи стратегии Ҳукумати мамлакат эълон карда шуд. Расидан ба истиқлолияти энергетикӣ чунин маъно



дорад: миқдори энергияи дар дохили кишвар дар давоми сол истехсолшаванда тамоми талаботи истеъмолкунандагони ҷумҳуриро бояд таъмин намояд. Корҳо дар ин самт, танҳо пас аз ба эътидол омадани вазъи сиёсии мамлакат, амалан, пас аз солҳои 2000 имконпазир гардидааст. Зимни сохтани нерӯгоҳҳои нав Сангтӯда-1, Сангтӯда-2, Маркази барқу гармидиҳии Душанбе ва як қатор нерӯгоҳҳои хурд иқтидори энергетикӣ мамлакат аз 17 миллиард киловатт·соати соли 1991 то ба 21 миллиард киловатт·соати 2019 афзоиш дода шуд [4].

Нерӯгоҳҳои обӣ (ГЭС-ҳо) нисбат ба нерӯгоҳҳои аловӣ (ТЭС-ҳо) ва атомӣ (АЭС-ҳо) афзалият доранд. Зеро ГЭС-ҳо энергияи арзон истехсол менамоянд, ба атмосфераи газӣ CO_2 хориҷ ва муҳитро ифлос намеkunанд. ГЭСҳо манбаи барқароршавандаи энергия мебошанд. Иқтисодиёте, ки ба манбаъҳои барқароршавандаи энергия асос ёфтааст, иқтисоди сабз меноманд. Дар ҳамон як дарёи кӯҳӣ паси ҳам якҷанд нерӯгоҳи электрӣ (ГЭС) сохтан мумкин.

Энергияи электрӣ нисбати дигар навъҳои энергия афзалияти калон дорад: ба масофаи фиристонидан нисбатан осон (арзон); бо истифодаи ин энергия корҳои зиёдро иҷро кардан имконпазир мебошад. Ҳосил кардани рӯшноӣ, гармӣ, сардӣ, ба қор андохтани дастгоҳҳои истехсолӣ, дастгоҳҳои идоракунии, қори телевизорҳо, телефон, интернет, таҷҳизоти тадқиқотӣ, ташхисӣ, муолиҷавӣ ва ғайра бо воситаи энергияи электрӣ имконпазир мебошад. Бинобар он, дар ҳамаи соҳаҳо (истехсолӣ ва иҷтимоӣ) аз энергияи электрӣ фаровон истифода мешавад [2]. Алҳол, пешрафти иқтисодӣ ва иҷтимоии давлатҳоро аз рӯи миқдори (киловатт·соатҳои) энергияи электрии ба ҳар сари аҳоли дар як сол истеъмолшуда баҳодод карда мешавад.

Одамони ҳозира ба истифодаи энергияи электрӣ он қадар одат кардаанд, ки агар ғўем, ки ин навъи энергия воқеияти илмӣ-технологии муосир ва натиҷаи ҷустуҷӯи ақли инсон аст, кам бовар меkunанд. Бояд тазаққур дод, ки энергияи электрӣ, натиҷаи омӯзиши ҳодисаҳои электромагнитӣ мебошад, ки танҳо 100-150 сол инҷониб дар ҷаҳон ба миқдори зиёд истехсол ва истеъмол мешавад. Энергияи электрӣ омили муҳими инкишофи босуръати ҷаҳони муосир мебошад.

Дар мақола оиди як қатор нерӯгоҳҳои электрӣ-обии Тоҷикистон маълумоти рақамӣ оварда мешавад. Аз ҷунин маълумот омӯзгорони мактабҳои олии ва миёна бо мақсадҳои таълимӣ ва тарбиявӣ истифода бурда метавонанд.

Силсиланерӯгоҳҳо дар дарёи Варзоб. Аввалин нерӯгоҳи электрии обӣ дар Тоҷикистон дар дарёи Варзоб сохта шудааст. Агрегати (ҷарҳаи) якуми ГЭС-и Варзоб-1 соли 1936 ва агрегати дуюмаш соли 1937 ба қор дароварда шудааст. Иқтидори умумии онҳо солҳои қаблӣ ба 7440 кВт буд. Соли 2012 агрегат ва дастгоҳҳои ёрирасони Варзоб-1 пурра иваз карда шудааст. Дар натиҷа, тавоногии нерӯгоҳ ба 9500 кВт расидааст. Аз ибтидои қор то соли 2013



неругоҳи Варзоб-1 ба миқдори 281 миллион кВт·соат энергияи электрӣ истеҳсол намудааст [1].

Нерӯгоҳи “Дӯстии халқҳо” дар дарёи Сир дар ш. Гулистон (Қайроқум) солҳои 1956-57 сохта шудааст. Сарбанди неругоҳро энергетикҳои советӣ соли 1956 сохтаанд. Дарозии обанбори неругоҳ - “Баҳри тоҷик” 65 км, васегиаш аз 8 то 20 км (тағйирёбанда) ва масоҳати сатҳи обанбор 513 км² мебошад. Ҳаҷми умумии обанбор, тибқи ҳисоби с. 2009, тақрибан 3 млрд. 131 млн. м³, ҳаҷми фойданокаш 2 млрд. 390 млн м³ муайян шудааст. Мақсад аз сохтани неругоҳ, аввало танзим ва истифодаи оби дарёи Сир барои киштукор ва дуюм истеҳсоли энергияи электрӣ буд.

Неругоҳҳои дарёи Вахш. Дигар силсиланеругоҳҳо дар дарёи Вахш сохта шудаанд. Соли 1954 **неругоҳи Марказӣ** бо иқтидори 18 400 кВт, соли 1959 **неругоҳи Шаршара** бо иқтидори 29 950 кВт, ва солҳои 1962-63 **неругоҳи электрии Сарбанд** бо иқтидори 210 000 кВт сохта ба истифода дода шудааст.

Неругоҳи электрии Норақ, алҳол, калонтарин неругоҳи амалкунандаи Тоҷикистон ба ҳисоб меравад. ГЭС-и Норақ аз 9 агрегати иқтидори ҳар кадомаш 300 ҳазор кВт-и иборат буда иқтидори лоиҳавиаш ба 2 миллиону 700 ҳазор кВт баробар аст. Сохтмони ГЭС-и Норақ соли 1961 оғоз шудааст. Агрегати аввалини ГЭС-и Норақро 14 ноябри соли 1972 ба қор андохта шудааст.

Неругоҳи Сангтӯда-1. Неругоҳи электрии Сангтӯда-1 аз аввалин неругоҳи даврони соҳибистиклол (шашумин дар дарёи Вахш) ба ҳисоб меравад. Неругоҳи мазкур пас аз ба итмом расидани сохтмони неругоҳи Бойғозӣ соли 1986 оғоз шудааст. Лекин, бо сабаби пош хӯрдани Иттиҳоди Шӯравӣ, сохтмони он нотамо монд. Пас аз ба эътидол омадани вазъи сиёсӣ дар ҷумҳурӣ, бо ибтикороти Ҳукумати Тоҷикистон масъалаи ба итмом расонидани сохтмони неругоҳи Сангтӯда-1 бо Ҳукумати Федератсияи Руссия баррасӣ шуд. **Неругоҳ (ГЭС)-и Роғун** ҳаштумин неругоҳи электрӣ дар дарёи Вахш мебошад. Дар солҳои аввали соҳибистиклолии Тоҷикистон нарасидани энергияи электрӣ, хусусан дар фасли тирамоҳу зимистон, чиддан эҳсос карда мешуд. Аз ин ҳолат



иқтисодиёт ва иҷтимоиёти Ҷумҳурӣ зарар меид, мардум дар фасли тирамоҳу зимистон аз нарасидани электр азоб мекашиданд. Бо назардошти муҳимияти электроэнергетика Ҳукумати Тоҷикистон расидан ба **истиклолияти энергетикӣ**ро яке аз ҳадафҳои стратегии Тоҷикистон эълон намуд. Бо



баробари ба кор андохтани неругоҳҳои электрии хурди обӣ, тасмим гирифта шуд, ки сохтмони неругоҳи Роғун идома дода шавад. Зеро тибқи лоиҳа иқтидори неругоҳи Роғун ба 3 миллиону 600 000 кВт баробар буда, дар сурати сохта ба истифода додани он кишвари мо на танҳо ба *истиклолияти энергетикӣ* мерасад, балки фасли тобистон як миқдор энергияи электрро ба кишварҳои ҳамсоя содирот хоҳад кард [5].

Аз таърихи сохтмон.

Лоиҳаи техникий неругоҳи Роғунро соли 1974 Госстрой Иттиҳоди Шӯравӣ тасдиқ намуда сохтмон соли 1976 оғоз шудааст. лоиҳаро шӯбаи Осиеи-миёнагии «Гидро-проект» воқеъ дар ш.Тошканд таҳия намуда буд. Алҳол, ин лоиҳа, аз тарафи пажӯҳишгоҳи «Гидропроект»-и Федератсияи Руссия амалӣ мешавад.



Ин

16 ноябри соли 2018 чарҳаи (гидроагрегати) аввали неругоҳ бо иқтидори 120 000 кВт ба кор дароварда шуд. Чарҳаи дигари он низ дорои ҳамин иқтидор буда, 9 сентябри соли 2019 ба кор даромадааст. Ҳар ду чарҳаи Роғун аз тарафи Президенти Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон бо иштироки намояндагони кишварҳои хориҷӣ ба кор дароварда шуд. Бояд тазакур дод, ки ҳар ду чарҳаҳои ба кор андохташуда муваққатӣ мебошанд ва онҳо тибқи лоиҳа то охири соли 2021 кор мекунанд ва баъд иваз карда мешавад. Тибқи лоиҳа



неругоҳи Роғун аз 6 гидроагрегати тавоноии ҳар яке 600 000 кВт иборат буда, то декабри соли 2029 ҳамаи шаш агрегат ба кор андохта мешавад. Дар сурати пурра ба кор даромадани неругоҳ вай ба ҳисоби миёна соли то 17 млрд кВт·соат энергия истеҳсол менамояд ва Тоҷикистон ба *истиклолияти энергетикӣ* мерасад. Яъне энергияи электрии дар Ҷумҳурӣ

истеҳсолшаванда тамоми талаботи хоҷагии халқи Тоҷикистонро дар ҳамаи фаслҳои сол қонеъ менамояд. Ҳамин тавр, захираҳои гидроэнергетикии Тоҷикистон заминаи боэътимоди саноатикунонии босуръати кишвари мо мебошад, ки зина ба зина амалӣ мешавад.



Сарбанди неруғоҳи Роғун обанбори ҳаҷмаш тақрибан 13,3 км³ -ро ба вучуд меорад, ки ҳаҷми ғойданоки он 10,3 км³ ташкил хоҳад дод. Оби захирашуда бо мақсади ҳосил намудани энергияи электрӣ ва обшор намудани зиёда аз 300 ҳазор гектар заминҳои ташналаб истифода хоҳад шуд. Баландии сатҳи обанбор, тибқи лоиҳа, соли 2032 ба даст меояд.

Сохтмони неруғоҳи Роғун аз лойқа пуршавии обанбори Норахро пешгирӣ менамояд. Алҳол, пас аз 45 соли бунёди обанбори Норақ ғафсии қабати лойқа 100 метрро ташкил медиҳад. Дар сурати насохтани ГЭС-и Роғун пас аз 40-50 сол обанбори Норақ бо лойқа пур шуда иқтисори ГЭСи Норақ пурра аз миқдори оби дарёи Вахш вобаста мешавад. Алҳол, фасли тобистон дар обанбор об захира карда мешавад ва фасли тирамоҳу зимистон аз он истифода мешавад. Яъне сохтмони неруғоҳи Роғун умри неруғоҳҳои дигарро дароз менамояд.

АДАБИЁТ

1. Назаров А. Неруғоҳҳои барқӣ оби Тоҷикистон. Душанбе «ЭР-граф», 2013,-52 с.
2. Абдуманова Ф.А., Абдуманов А.А. Энергия, гидроэнергетика ва иқтисоди сабз. //Маводҳои конф. илмию амалии ҷумҳуриявӣ «Муаммоҳои физикаи муосир ва раванди саноатикунории Ҷумҳурии Тоҷикистон» Хучанд, 29-30 апрели 2020.
3. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурӣ. ш.Душанбе, 26 декабри соли 2019. –Душанбе, «Шарқи озод», 2019, - 48 с.
4. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурӣ. ш.Душанбе, 26 январи соли 2021. //Омӯзгор, 28.01.2021, №4 (12280), С.1-6.
5. Тарҳи CASA–1000 унсури калидии бозори энергетикӣ минтақа мебошад. Суханронии Президенти Тоҷикистон, Пешвои Миллат Эмомалӣ Раҳмон дар мулоқоти сарони давлатҳо ва ҳукуматҳои кишварҳои иштирокчии CASA–1000. Ноҳияи Варзоб, 6 июли с.2017.// Рӯзномаи “Ҷумҳурият” аз 7.07.2017, С.1.



Азимова М.А.

МАСОИЛИ ИСТИФОДАИ КОМПЛЕКСИ ЗАХИРАҲОИ ОБУ ЭНЕРГЕТИКА ДАР ТОЧИКИСТОН

Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон
Тел: (+992) 91 943 03 59

Моҳияти об дар ҳама давру замон дар иртибот бо пайдоишу ҳаёти мавҷудоти зинда дар сайёраи мо ниҳоят бузург аст. Об - сарчашмаҳои ҳаёт буда, тамоми фаъолияти инсон ба он вобаста аст. Об дар рӯи замин, яке аз моддаҳои маъмул мебошад. Тоҷикистон манбаҳои обҳои рӯи заминӣ ва зеризаминиро дорост. Кишвари мо, дорои захираҳои азими оби ошомиданӣ буда, омода аст, ки ҳамаи мамлакатҳои ҳамсарҳадии худро бо оби ширини зулоли ошомиданӣ таъмин созад.

Ҷумҳурии Тоҷикистон на танҳо манбаи оби ошомиданӣ, яъне садҳо дарёҳои хурду калон, рӯдборони босафою чашмасорони мусаффо, ҳазорон кӯлҳои дорои захираҳои бузурги обҳои ошомиданист, балки дорои обҳои гуногуни маъданӣ шифобахш, низ мебошад.

Қайд кардан зарур аст, ки обҳои зеризаминӣ аҳамияти калони хоҷагӣ дошта, аксар манбаҳои ғизои дарёю кӯлҳо ва ботлоқанд. Обҳои, ки чуқур мехобанд, аксаран гарм ва ҳатто ҷӯшон мешаванд. Обҳои гарм дар қабатҳои замин бисёр намакҳои гуногунро ҳал намуда, ба обҳои маъданӣ табдил меёбанд. Обҳои зеризаминӣ ба тариқи васеъ, барои муолиҷа ва таъмин намудани эҳтиёҷоти аҳоли, муассисаҳои саноатӣ ва ғайра истифода мешаванд. Вобаста ба ин, истифода ва ҳифзи устувори захираҳои об самти афзалияти Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳисоб меравад.

Захираҳои обӣ дар соҳаҳои обёришаванда ва истеҳсолӣ тақрибан 80 дарсади маҳсулоти кишоварзӣ, таъминоти оби нӯшокӣ ва санитария, саноат ва моҳипарварӣ, ки барои таъмини амнияти озукаворӣ ва дастрасии аҳоли ба ғизои босифат нақши муҳим дорад, истифода мешавад. Захираҳои об дар кишвар, ҳамчунин, дар таъмини шуғлнокии аҳоли низ саҳмгузор аст. Рушди минбаъдаи соҳаи гидроэнергетика, соҳаҳои обёришавандаи кишоварзӣ ва саноат ҷойҳои нави кориро ташкил менамоянд. Аз ин номгуй муҳимияти бештарро соҳаҳои обёришавандаи кишоварзӣ касб менамоянд, зеро қисмати зиёди аҳолии деҳоти кишварро бо шуғл таъмин менамояд. [1]



Масъалаи об - масъалаи муҳими глобалӣ ва миллӣ аст, ки паҳлӯҳои зиёде дорад. Нақши бузурги захираҳои обӣ дар рушди устувори иқтисодӣ, миллӣ инчунин манфиатҳои миллиро водор мекунад, ки дар ҳалли чунин масъалаҳои муҳими минтақавию глобалӣ фаъолона саҳм гузорем. Инсоният, аз замони қадим сарватҳои табиӣ рӯи заминро ба фоидаи худ истифода мебарданд. Аммо таъсири мардум ба сарватҳои табиӣ, гоҳҳо натиҷаи манфӣ ва гоҳҳо мусбӣ дорад. Баъзан, мардум ба исрофкорию бераҳмона истифодабарии сарватҳои рӯизаминӣ роҳ медиҳанд. Вазъи тозагии оби дарёҳо, пулу ҷӯйборҳо, обанборҳо, ҳавзаҳо ва обҳои зеризаминӣ ташвишвар аст. Обҳои партови бисёр корхонаҳои саноатӣ бо обҳои дарё ва зеризаминӣ омехта шуда, обро ифлос мекунад.[2]

Бояд ёдовар шуд, ки моддаҳои серҳаракати рӯи об, аз ҷумла маводи шустушӯии хошаҳо, ки дар зисту зиндагии ҳаматарафа истифода мешаванд, ифлоскунандаи об мебошанд. Ифлоскунандаҳои бадбӯй дар обҳои тезҳаракат кафк ҳосил мекунад.

Сифати обҳои зеризаминӣ ва рӯи заминии Тоҷикистон хеле баланд буда, танҳо дар баъзе ҷойҳои алоҳида ба сабаби кор кардани баъзе муассисаҳо он ба меъёрҳои зарурӣ ҷавобгӯ нест. Захираҳои обҳои зеризаминии нӯшокӣ дар як шабонарӯз 7млн.м² мебошанд. Масъалаи сифати оби маъданӣ ба вазъи тандурустии аҳоли бевосита алоқаманд аст.

Захираҳои калони барфу пиряхҳо-сарчашмаи оби дарёҳо, кӯлҳо мебошанд, ки ин захираҳо дар ҳудуди мамлакат нобаробар ва дастрасиашон гуногун ҷойгир шудаанд. Дар баъзе маҳалҳо оби рӯду дарёҳоро бевосита ба тавассути каналу ҷӯйборҳо самти даркорӣ равон кардан мумкин аст. Дар вазъияту ҳолатҳои дигар лозим меояд, ки обро аз маҷроҳои чуқур тавассути обкашиҳои барқӣ ба баландиҳои гуногун боло бардошта, соҳаҳои кишоварзӣ, саноат, хоҷагии манзилию коммуналиро ба об таъмин карда шавад. Ҳамаи ин амалҳо чораю тадбирҳои илмию техникӣ, лоиҳаҳои мураккаб, хароҷоти калони иқтисодӣ, сарфу меҳнату заҳмати одамони гуногункасбро тӯли солҳои бардавом талаб менамояд ва танҳо мавриди фароҳам овардани шароити имкониятҳои иқтисодӣ чомаи амал мепӯшанд.

Ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон 90% аз минтақаҳои ташаккулёбандаи маҷрои дарёҳо иборат буда, асоси захираҳои оби кишварро пиряхҳо, дарёҳо, кӯлҳо, обанборҳо ва обҳои зеризаминӣ ташкил медиҳанд. 947 дарёҳои хурду бузург, 1300 кӯл бо захираи 46,3 км³ об, ки 20 км³ он оби ширин мебошад, 11 обанбор бо ҳаҷми муфиди 7,5 км³ об ва зиёда аз 10 ҳазор пирях манбаи асосии обӣ на танҳо Тоҷикистон, балки кишварҳои Осиёи Марказӣ аст. Бинобар ин, ҳисоби мутахассисон, ҳаҷми обҳои зеризаминии мамлакат ба 18,7 км³ дар як сол баробар аст, ки аҳоли аз он низ самаранок истифода мебарад.



Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар маҷмӯъ тақрибан 100 манбаъҳои обҳои гарм (геотермалӣ) ошкор гардидаанд, ки дар ҳолатҳои зарурӣ, метавонанд, норасоии сӯзишворӣ ва гармиро дар тавозуни электроэнергетикӣ қисман ҷуброн намоянд.

Сарфаҷӯии об, яке аз масъалаҳои мубрам дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ба шумор меравад. Айни замон, дар кишвар корҳо дар самти сарфакорона истифода намудани захираҳои об дар соҳаҳои обёрӣ тавассути технологияҳои муосир ва ҳамчунин насб намудани воситаҳои ченаки об дар нуқтаҳои обтақсимкунии шаҳру ноҳияҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон бомаром идома доранд.

Тағйирёбии иқлим мушкилоти глобалии замони муосир аст. Олимон сабаби онро дар зиёд шудани партови газҳои гулхонаӣ ба атмосфера ва кам шудани масоҳати ҷангалзор арзёбӣ мекунанд. Воқеан, ҳар ду омил зикршуда бо таъсири бевоситаи инсон ба вучуд омадааст. Аз як тараф, агар рушди босуръати илму техника ва ба авҷи аъло расидани инқилоби саноатӣ, боиси зиёд шудани партови газҳои гулхонаӣ ба атмосфера шуда бошад, бо ҳамин суръат нобуд шудани ҷангалзор, низ тавозунро дар табиат ҳалалдор кард. Масалан, мувофиқи маълумоти манбаъҳои расмӣ 100 сол пеш зиёда аз 30 %-и масоҳати Тоҷикистонро заминҳои ҷангалпӯш ташкил мекарданд. Имрӯз ин рақам то 3 % коҳиш ёфтааст. Аз ин рӯ, давоми солҳои соҳибистиклолӣ Роҳбари давлат бо қабули барномаҳо барқарор ва бунёди ҷангалзорро ба роҳ мондааст, зеро ҷангал таъсири газҳои гулхонаӣ ва омилҳои дигари ба табиат таъсири манфӣ расонандаро коҳиш медиҳад.

Аз ин рӯ, Тоҷикистон ҳамеша ҷонибдориашро аз коҳиш додани партови газҳои гулхонаӣ ба атмосфера изҳор дошта, ҳарчӣ бештар истифода бурдани манбаъҳои барқароршавандаи энергия ва бо ин роҳ саҳм гузоштан дар раванди рушди “иктисоди сабз”-ро ҷонибдорӣ намудааст. Роҳбари давлат Эмомалӣ Раҳмон дар Паёмашон ба Маҷлиси Олӣ (26.12.2019) изҳор дошта буданд, ки “кишварӣ мо аз ҳисоби нишондиҳандаи партови газҳои гулхонаӣ дар ҷаҳон ҷойи 135-умро ишғол менамояд, ки ин мақоми хеле баланд ва саҳми арзишманди Тоҷикистон дар ҳалли мушкилоти глобалӣ мебошад.

Тоҷикистон бо вучуди он, ки дар самти истихроҷи газҳои гулхонаӣ, яке аз ҷойҳои охири ишғол мекунад, аз таъсири тағйирёбии иқлим бенасиб намонад. Дар кишварӣ мо 13 ҳазор пириҳои хурду бузург мавҷуд буда, масоҳати умумии онҳо 6 дарсади ҳудуди кишварро ташкил медиҳад. Дар ҷил соли охир беш аз 1000 пириҳо об шуда, пурра аз байн рафтаанд. Пириҳои Тоҷикистон манбаи асосии оби кишварҳои минтақа мебошанд. Аз обе, ки ҳамасола дар ҳудуди кишвар ташаккул меёбад (қариб 60 дарсади оби минтақаи Осиёи Марказӣ), миқдори камаш (ҳамагӣ 10 дарсад) барои эҳтиёҷоти Тоҷикистон истифода мешавад. [3]



Тибқи маълумоти Кумитаи ҳифзи муҳити зист, дар ҷумҳурӣ ба таври умумӣ болоравии ҳарорат, бардавомии хушкии ҳаво ва ҳодисаҳои фавқулодаи табиат ба мушоҳида мерасад. Обшавии пиряхҳо, ки ҳама дарёҳои минтақаҳои Осиёи Марказиро бо об таъмин мекунанд, метавонад соҳаҳои энергетика ва кишоварзиро дар ҳуди мамлакат ва тамоми минтақа таҳти хатар қарор диҳанд.

Аз ин рӯ, давлату Ҳукумати кишвар бо истифода аз тамоми имконоти мавҷуда дар самти коҳиш додани газҳои гулхонаӣ ва дигар омилҳои, ки раванди тағйирёбии иқлимро ба самти манфӣ метезонанд, чорабиниҳои гуногун роҳандозӣ намуда, тадбирҳои амалӣ меандешанд.

Айни замон, дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар самти идоракунии оқилонаи захираҳои обӣ барномаҳои зерин амалӣ гардида истодаанд:

- Барномаи ислоҳоти соҳаи об дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025.

- Барномаи беҳсозии таъминоти аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон бо оби тозаи нушокӣ барои солҳои 2008-2020.

- Барномаи давлатӣ барои солҳои 2012-2020, оид ба азхудкунии заминҳои нави обёришаванда дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва барқарорсозии заминҳои, ки аз истифодаи кишоварзӣ берун мондаанд.

- Барномаи давлатӣ, оид ба корҳои соҳилмустаҳакамкунӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2018-2020.

- Барномаи давлатӣ, оид ба беҳсозии заминҳои обёришаванда дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2019-2023.

Бо мақсади ноил гардидан ба вазифа ва ҳадафҳои дар доираи Стратегияҳои миллии рушд барои то соли 2030 муайянгардида, барнома ва стратегияҳо, дар муҳлатҳои наздиктарин таҳияи як қатор барномаҳои нав, аз ҷумла Барномаи рушди обёрикунонии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар назар дошта шудааст.

Ташаббусҳои глобалии Президенти мамлакат оид ба масъалаҳои об дар сатҳи ҷаҳон баҳои баланд гирифтанд ва шахсиятҳои бузург ин нуктаро борҳо зикр намуданд. Чор ташаббуси бузурги Сарвари давлат дар масъалаҳои ҳалли проблемаҳои марбут ба об дар рушди устувори кишварҳо марҳилаи муҳим гардиданд. Талошҳо дар ҷаҳорҷӯбаи ташаббусҳои, чун «Соли байналмилалӣ оби тоза» 2003, Даҳсолаи байналмилалӣ амалиёт «Об барои ҳаёт» 2005-2015 ва «Соли байналмилалӣ ҳамкорӣ дар соҳаи об» (2013), «Об барои рушди устувор», солҳои 2018-2028 хеле муассир ҳастанд.

Вобаста ба пешниҳодҳои Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар минбари СММ моро зарур аст, ки ҳамчун мардуми кишвари ташаббускор тамоми чорабиниҳои нақшавиро пайгирона, мақсаднок ва дар сатҳи баланд иҷро намоем, то онҳо баҳри рушди устувор самарайи дилхоҳ дода, дар ҷомеаи муосир мақому манзалати сазовор пайдо намоянд.



Дар даврони соҳибистиқлолӣ таҳти сиёсати созандаву бунёдкоронаи Пешвои миллат, Президенти ҷумҳурӣ, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон Тоҷикистон ба эъмори ҷомеаи демокративу ҳуқуқбунёд оғоз намуда, дар ин давра ба муваффақиятҳои бузург дар соҳаҳои мухталиф, аз ҷумла энергетика ноил гардид. Тоҷикистон пеш аз ҳама дар кишвар масъалаи таъмини рушди устувори иқтисодиро ба миён гузошт.

Барои пешрафти иқтисодиёти кишвар моро зарур буд, ки ба истиқлолияти энергетикӣ, ҳарчӣ зудтар ноил гардем. Роҳбари давлат, низ борҳо таъкид намуданд, ки рушди мунтазами иқтисодиёти кишвар бе истиқлолияти энергетикӣ ва таъмини пурраи ҳамаи соҳаҳо бо нерӯи барқ ғайриимкон аст. Барои рушди энергетика, ки чун яке аз заминаҳои асосии рушди иқтисодии кишвар дониста мешавад, кӯшишҳои зиёд ва назаррас ба анҷом расид. Ҳамин буд, ки дар ин муддат, давлату ҳукумат ва миллати сарбаланди тоҷик дастуру ҳидоятҳои Пешвои миллат, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмонро сармашқи фаъолият қарор дода, баҳри ҳалли мушкилоти энергетикӣ, ноил гардидан ба истиқлолияти комили энергетикӣ ва равшану чароғон намудани ҳар хонадони тоҷику тоҷикистонӣ камари Ҳиммат баста, ба дастовардҳои зерин ноил гардид.

Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон санади сарнавиштсоз ба шумор рафта, роҳу усулҳои даст ёфтан ба ҳадафҳои стратегӣ - таъмини истиқлолияти энергетикӣ, раҳой аз бунбасти коммуникатсионӣ, ҳифзи амнияти озуқаворӣ ва саноатикунони босуръати кишвар, ва дар ин замина, дурнамои рушди устувори сиёсӣ, иҷтимоӣ, иқтисодӣ ва фарҳангӣ, самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии кишварро ҳамвор ва муайян месозад. Ба ибораи дигар, Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон як навъ хулосабардорӣ аз фаъолияти давлату ҳукумати кишвар ва дастовардҳои мардуми шарифи меҳан дар як соли охир буда, барномаи тараққиёти соҳаҳои хоҷагии халқ барои соли 2020 арзёбӣ гашта, вазифа, мақсад ва мароми рушди босуръати кишварро дақиқан ва амиқан муайяну мушаххас месозад. [4]

Гидроэнергетика, истифодаи маҷмӯъ ва оқилонаи захираҳои об, манбаъҳои барқароршавандаи энергия ва технологияҳои сарфаи энергия:

- рушди минбаъдаи гидроэнергетика;
- асоснок намудани сиёсати сарфаи энергия дар ҳама соҳаҳои иқтисодиёти миллӣ;
- истифодаи комплексӣ ва оқилонаи захираҳои об;
- истифодаи манбаъҳои ғайрианъанавии аз ҷиҳати экологӣ тозаи барқароршавандаи энергия (Офтоб, энергияи шамол, манбаъҳои геотермалӣ ва биомасса).



Омӯзиши ҳаматарафаи захираҳо, ба истифодаи амалӣ пешниҳод ва оқилонаю самарабахш корбаст намудани ин манбаъҳои нодири табиати мамлакат, қадами чиддӣ баҳри беҳдошти саломатии сокинони мамлакат ва рушди устувори ватанамон хоҳад гашт.

Адабиёт

1. Гаффоров Ш. Афзалиятнокӣ дар истифодаи захираҳои минералӣ. Душанбе 2001.
2. Муҳаббатов Х.М., Раҳимов М. Географияи Тоҷикистон. Душанбе, 2011.
3. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон. Дар бораи сарфаӯҷии энергия (Ахбори Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон соли 2002, №4, қ-1, мод. 242)

УДК 658.26:631.67:658.562

Воҳидов А.Д.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РАБОТУ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

***Аннотация:** многочисленные отключения электроэнергии систем электроснабжения городов и районов Согдийской области Республики Таджикистан становятся причиной массового разрушения электротехнического оборудования насосных станций и подстанций, приводят к нарушению технологических процессов ирригационных объектов. Для улучшения ситуации проведены некоторые мероприятия, направленные на обеспечение устойчивости энергосистемы.*

***Ключевые слова:** синхронный двигатель, нагрузка, отключения, недоотпуск продукции, нарушение технологического процесса, технологический ущерб.*

Мощные синхронные и асинхронные двигатели (СД и АД) широко применяются в системах электроприводов компрессорных агрегатов, вентиляционных установок, а также разнообразных механизмов переменного тока промышленной частоты [1].

Характерной особенностью таких комплексных узлов нагрузки промышленных предприятий являются оросительные и ирригационные системы, имеющие большой объём электродвигательной нагрузки. Потребляемая мощность отдельных электродвигателей, используемых в



оросительных системах, достигает в настоящее время от 0,1 до 8 МВт. Двигатели большей мощности рассчитаны на напряжение 6 либо 10 кВ, питание таких машин обеспечивается от шин подстанций 6-10 кВ электрических сетей[4].

Согласно п. 1.2.13 ПУЭ питание таких крупных потребителей по соображениям надежности и устойчивой работы крупных насосных станций относится к особой группе 1-й категории, что допускает дополнительное питание от третьего источника, как правило, не входящего в энергосистему [2]. В сезон орошения насосные станции Согдийской области часто сталкиваются с проблемами изменения и влияния электрических величин на режимы работы электроприемников и электротехнического оборудования, что приводит к массовому техническому разрушению энергоемких систем. Переходные процессы в энергосистеме приводят к резкому уменьшению мощности, передаваемой генераторами в электрическую сеть. При изменении электрических величин в энергосистеме нарушается технологический процесс в ирригационных системах, что является причиной массового отключения электрических машин насосных станций и некоторых промышленных объектов Согдийской области. Большинство таких случаев возникает на базе возрастания сопротивления между источником и нагрузкой потребителей электроэнергии [3]. Другая причина, которая может привести к резкому изменению электрических величин, является влияние пульсаций частоты и коротких замыканий на отдельных участках электроснабжения оросительных объектов. Это может повлечь за собой значительные народнохозяйственный ущерб для ирригационных и промышленных объектов. Существенное влияние на характеристики узла нагрузки оказывает отношение мощности двигательной нагрузки к мощности остальных потребителей. Например, для оросительных систем Согдийской области около 95 % потребляемых мощностей являются крупные двигатели, мощность которых составляет 307164 тыс. кВт·ч, или 39,3 % мощностей всей энергосистемы в часы максимума потребления установленной мощности, из них 84,16 %, т.е. 258530 тыс. кВт·ч потребляют СД и 15,83 %, т.е. 48634 тыс. кВт·ч, АД. Пуск такой электродвигательной нагрузки приводит к сложным переходным процессам, которые влекут за собой выход из строя оборудования ирригационных сооружений. Вышеперечисленные характеристики возникают из-за колебаний и отклонений напряжения энергосистемы, отключений и пульсаций частоты ЛЭП-500 кВ Юг – Север или срабатывание ПАПВ энергосистемы, которое изменяет передаваемую мощность по этой линии на 13–15 %. В таких аварийных ситуациях



передача мощности в систему временно изменяется или прекращается. Зависимость пульсаций частоты в энергосистеме Согдийской области привела к нарушениям режимов работы нескольких ирригационных объектов (табл. 1).

Таблица 1. Отключение двигателей насосных станций при аварийных ситуациях энергосистемы

Отключение двигателей насосных станций при аварийных ситуациях энергосистемы Насосная станция	Суммарная мощность кВт	Количество вышедшего из строя электрооборудования					
		Дата отключения линии 500кВ	21.07.16	23.07.16	24.07.16	25.07.16	26.07.16
Х. Бакирган 1	48000	12000	10000	18000	8000	16000	12000
Х. Бакирган 2	27600	8000	8000	16000	-	14000	4000
Сумчак-1	4500	4000	-	2000	-	-	-
Октош -1	4230	1600	-	-	4000	2000	2000
Самгар1	16000	-	2000	8000	-	2000	4000
Всего	100330	25600	20000	44000	12000	34000	22000

Народнохозяйственный ущерб от многочисленных отключений и колебаний напряжения при большом количестве отключенных двигателей насосных станций, повреждения линий электропередачи, электрооборудования станций и подстанций приведён в табл. 2.

Исходя из вышеизложенного, для сохранения непрерывности систем электроснабжения и стабильности напряжения ирригационных и оросительных объектов предлагается:

- введение резервных независимых источников электроснабжения независимо от энергосистемы;
- мероприятия по обеспечению устойчивой работы энергосистемы;
- для сохранения устойчивости двигательной нагрузки при любых кратковременных нарушениях электроснабжения пренебречь коэффициентом загрузки и повышения РПН трансформатора.

Вывод. Для ограничения пульсаций частоты и отключений ЛЭП- 500 кВ Юг – Север, являющейся источником питания ирригационных систем, необходимо разработать мероприятия по обеспечению устойчивой работы и стабилизации напряжения на зажимах электрических двигателей среднего и высокого напряжения. С 2010 года питание Согдийской энергосистемы осуществляется от подстанций Регар – 500 кВ, т.е. от Нурекской ГЭС Хатлонской области, протяженность которой составляет 214 км. Из-за



большого максимального потребления электроэнергии часто нарушается режим работы энергосистемы, и вследствие этого нарушается процесс орошения объектов агропромышленного комплекса Согдийской области.

Литература

1. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей. М.; Л: Госэнергоиздат, 1963. 527 с.
2. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учеб. пособие для вузов. 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1984. 448 с.
3. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высш. шк., 1985. 536 с.
4. Устойчивость нагрузки в электрических системах / Ю.И. Гуревич, Л.Е. Либова, Э.А. Хачатрян. М.: Энергоиздат. 1981. 208 с.

Насулоев У. У.

РУШДИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ТАТБИҚИ ҲАДАФИ СТРАТЕГӢ – ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: nasuloev1998@mail.ru

Калимаҳои калидӣ: тоҷикон, истиклолият, энергетика, зеристгоҳҳои барқӣ, нерӯгоҳҳои барқӣ, хатҳои интиқоли барқӣ, энергияи сабз, иқтисоди сабз

Шарҳи мухтасар: Дар мақола оиди дастовардҳои соҳаи энергетика дар даврони Истиклолият бо ташаббуси Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ Пешвои миллат мухтарам Эмомалӣ Раҳмон оварда шудааст.

Ключевые слова: таджики, независимость, энергетика, подстанции, электростанции, линии электропередачи, зеленая энергия, зеленая экономика.

Аннотация: Статья о достижениях энергетического сектора за годы независимости по инициативе Основателя мира и национального единства, Лидера нации Эмомали Рахмона.

Key words: tajiks, independence, energy, substations, power plants, power lines, green energy, green economy.

Annotation: This article is about the achievements of the energy sector during the period of independence of our country with the initiative of the founder of peace and national unity, Leader of the nation Emomali Rahmon.



Манбаи неруи оби Тоҷикистон нодир буда, аз рӯи захираҳои он ҷумҳурии мо яке аз ҷойҳои аввалинро дар ҷаҳон ишғол мекунад. Ин боигарии табиӣ стратегияи рушди энергетикаи ҷумҳуриро муайян кардааст.

Дар замони имрӯза Тоҷикистон фақат 5-6% захираҳои гидроэнергетикаи иқтисодӣ самаранок истифода мешаванд (истеҳсоли миёнаи солонаи энергияи электрикӣ дар НБО 16-17 миллиард киловатт* соатро ташкил медиҳад).

Дар зарфи 30 соли Истиклолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон Ҳукумати кишвар бо роҳбарии Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти кишвар муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба он назаррас шуд, ки неругоҳҳои Сангтуда 1 (670 МВт), Сангтуда 2 (220 МВт), Маркази гармию барқии Душанбе-2 (400 МВт), агрегати 1 -ум НБО Роғун 16 ноябри соли 2018 ва агрегати 2-юми ин неругоҳ 9 сентябри соли 2019, НБО Помир – 1 (28 МВт) ва зиёда аз 250 адад НБО хурд, дастгоҳҳои офтобиро ба истифода дода, зиёда аз 1500 МВт тавоноии навро ба даст орад. Ба истифода додани Маркази гармию барқии Душанбе-2 бо иқтидори 400 МВт ва эҳёи шабакаи гармирасонии шаҳри Душанбе боиси таъмини хубтари деҳот ҷойи ватанамон бо энергияи электрикӣ гардид.

Дар баробари ин, бунёди хатҳои интиқоли барқи ҳавоии 220 - 500 кВ ба монанди “Ҷануб - Шимол”, “Айнӣ - Панҷакент”, “Лолазор - Хатлон” “Қайроққум - Ашт” амалӣ гардида, ба сохтани чунин хатҳои барқ ба истилоҳи CASA -1000 санги асос гузошта шуда, дар назар аст, ки интиқоли энергияи электрикӣ дар неругоҳҳои навини бунёдшавандаро ба дохил ва кишварҳои ҳамсояи дуру наздик интиқол диҳад.

Сохтмони хати баландшиддати (ХБ) ХБ-500 кВ «Ҷануб - Шимол», ки тули умумии он 263 км мебошад, 17-ӯми сентябри соли 2007 сар шуда, дар охири моҳи майи соли 2009 пеш аз мӯҳлат ба охир расид. Хат аз зеристгоҳи «Регар-500» ибтидо гирифта, ба масофаи 49,9 км (Л-517) ба зеристгоҳи нав сохташудаи «Душанбе - 500» (бо шиддатҳои 500/220 кВ) ворид мешавад ва баъд бо хати номгӯи танзимаш (диспетчериаш)Л-518 бо тули 213 км ба зеристгоҳи нави «Суғд – 500» кашида шудааст. Дар ЗБ «Душанбе» 1 автотрансформатор ва дар ЗБ «Суғд» 2 автотрансформатори якфазагии 3х167МВА гузошта шудаанд, ки шиддаташон 500/220/35 мебошад. Ин хат барои интиқоли нерӯи барқ ба шимоли Тоҷикистон, ки минтақаи камбуди неруи барқ мебошад, пешбинӣ шудааст.

Ҳамзамон, таҷдиди зеристгоҳҳои барқӣ ба мисли “ЗИБ Норақ 500-220” ба пуррагӣ аз навсозӣ шуда, таҷдиди НБО Норақ, Сарбанд, Қайроққум, азнавсозии элементҳои як қатор шабақаҳои барқии ҷумҳурӣ идома доранд, ки сол ба сол бо эътимод гардидани таъминоти хоҷагии халқ бо энергияи электрикӣ шоҳиди ин мебошад.



Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистони соҳибистиклол зарурияти беандоза бузурги сохтмонҳои азиму гаранҷимати соҳаи энергетикаро пурра дарк намуда, бо иродаю матонати хос, ба тамоми фишорҳои бисёрҷониба нигоҳ накарда, тавонист, ки дар арсаи байналхалқӣ барои давом додани сохтмони неругоҳи Роғун ҷонибдорӣ ёбад, то ки он бо нишондодҳои пешбинишуда бо сарбанди бузургтарини баландиаш 335 метр, иқтидори 3600 МВт ва истехсоли солонаи энергия 13,4 миллиард кВт·соат сохта шавад.

Захира намудани оби дарёи Вахш дар обанбори Роғун, ба монанди обанбори Норақ, ҳамчунон боиси бозътимодтар шудани таъминоти обёрӣи заминҳои ҷумҳуриҳои ҳамсоя хоҳад шуд, ки ба ҳоли ҳозир доир ба ин масъала ҳамдигарфаҳмии пурра мавҷуд аст.

Дар айни замон таъминоти обии соҳаи зироати Ўзбекистон, Туркменистон ва Афғонистон, сарфи назар аз обдории сол, танзим мегардад.

Ҳамин тавр сохтмони неругоҳҳои барқи обии дар ҷумҳуриамон ва бунёди обанборҳо дар дараҳои танги кӯҳӣ моро аз зарари зиёди бухоршавӣ халос карда, ба иқлим, экологияи муҳити атроф таъсири ҳадди аққал расонида, имкон медиҳад, ки дар якҷоягӣ масъалаҳои таъминоти неруо об дар минтақаи Осиёи Марказӣ ба таври умум барои ояндаи наздику дур ҳаллу фасл шаванд.

Ин ҳал инкишофи на фақат бахши саноати иқтисодиёт, балки зиёдшавии тавлидоти зироатро таъмин карда, амнияти хуроквории кишварҳои Осиёи Марказиро таҳким баҳшида, дар навбати худ кишварҳои минтақаро ҷиҳати дастрасӣ ба ҳадафи Рушди ҳазорсола таккони зиёд мебахшад.

Амалӣ созиши нақшаҳои зикргардида истиқлолияти энергетикӣи Тоҷикистонро пурра таъмин намуда, зербинои гузаштан ба мамлақати саноатӣ – аграрии он хоҳад шуд, ки ҳадафи чоруми стратегии кишвар аст.

Неругоҳи Роғун сутунмӯҳраи мустаҳкамаи иқтисодиёт шуда, манбаи пешравии саноатӣ, иҷтимоӣ ва фарҳангии Ватанамон мегардад.

Марҳила ба марҳила бо роҳнамоии Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ва Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон мамлақат ба истиқлолияти энергетикӣ расида истодааст. Ҳамзамон, ҳар як шаҳрванди Тоҷикистон бояд ба қадри неъматии бебаҳои табиат расида, энергияи электрикиро сарфакорона истифода бурда, ба исрофи он роҳ надиҳад.

Дар охир қайд карданам, ки дастовардҳои соҳаи энергетикаи Тоҷикистон на танҳо ба манфиати мардуми бонанги тоҷик равона карда шудааст, балки истифодаи васеи манбаъҳои барқароршавандаи энергия, бахусус, захираҳои об яке аз сарчашмаҳои асосии тавлиди “энергияи сабз” ва рушди “иқтисоди сабз” ба ҳисоб меравад, ки дар ҷаҳон мавқеи хос дорад.



Сарчашмаҳои истифодашуда:

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ» 26.12.2021, шаҳри Душанбе
2. "Дар бораи вазъи баҳши энергетика дар Тоҷикистон" - ҳисоботи CAREC, Душанбе.
3. Ҳисоботи Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, 2020
4. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи энергетика», ш. Душанбе, 29 ноябри 2000 г. №33.
5. <http://www.mewr.tj/> - Сомонаи расмӣи Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон
6. <http://www.stat.tj/> - Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон
7. <http://www.casa-1000.org/> - Сомонаи расмӣи лоиҳаи CASA - 1000
8. <http://www.barkitojik.tj> – Сомонаи расмӣи ШСХК «Барқи Тоҷик»

Насулоев У.У.¹ Нурматова С. Н.²

ИҚТИСОДИ САБЗ ДАР ҲАЛЛИ МУШКИЛОТИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ ВА ЭНЕРГИЯИ ТОЗА

¹Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: nasuloev1998@mail.ru

²Донишқадаи иқтисод ва савдои Донишгоҳи давлатии тиҷорати
Тоҷикистон дар шаҳри Хучанд

Калимаҳои калидӣ: соҳаи энергетика, иқтисоди сабз, тағйирёбии иқлим, рушди устувори иқтисодӣ, иқтидори энергетика, муаммои иқлим

Шарҳи мухтасар: Дар мақола оиди рушди соҳаи энергетика ва иқтисодиёти мамлакат дар раванди тағйирёбии иқлим оварда шуда, таносуб бо дигар давлатҳои тараққиқарда таҳлил ва муқоиса карда шудааст.

Вазъи зиндагии инсонӣ дорои як қатор мушкилоти экологӣ, иҷтимоӣ ва иқтисодӣ мебошад. Аҳоли ва истеъмолот меафзояд ва ба ҳифзи муҳити атроф



чандон аҳамият дода намешавад. Ин ба афзоиши истеҳсолот, партовгоҳҳои нав ва паст шудани сифати зиндагӣ оварда мерасонад. Ва барои аз байн бурдани чунин хатарҳо, СММ дар солҳои 70-80-уми асри гузашта, концепсияи рушди устувор - бидуни зарар ба наслҳои ояндаро ба тавсиб расонидааст.

Иқтисоди сабз - иқтисодиётест, ки барои нигоҳ доштани неқӯаҳволии ҷомеа тавассути истифодаи самараноки захираҳои табиӣ, инчунин таъмини баргардонидани маҳсулоти ниҳой ба давраи истеҳсолот равона шудааст. Пеш аз ҳама, «Иқтисоди сабз» ба истифодаи иқтисодии ин захираҳое, ки ҳоло ба талафи (маъданӣ - нафту газ ва ангишт) дахл доранд ва истифодаи оқилонаи захираҳои бетараф ба назар мерасанд. Дар маркази иқтисоди сабз – ин технологияи тоза ё сабз ба ҳисоб меравад. Тибқи иттилои коршиносон, рушди «Иқтисоди сабз» ба кишварҳои ҷаҳон имкон медиҳад, ки бӯҳрони экологие, ки аллақай бисёре аз кишварҳои оламро фаро гирифтааст то андозае паст намояд.

Иқтисодиёти сабз ба мавзӯи асосии муҳофизат барои дигар форумҳои муҳими байналхалқии сатҳи баланд дар оянда наздик мешавад. Ҳамин тариқ, масъалаҳои рушди "сабз" ҳамчун стратегияи рушди устувори минтақаи Осиё ва ҷавзаи укёнуси Ором, махсусан истифодаи оқилонаи захираҳо, коҳиши карбон ва рушди устувори шаҳрҳо самтҳои калидӣ ба шумор меравад.

Се принсипи асосии иқтисодӣ сабз

- арзёбӣ ва нишон додани ҳадамоти табиӣ дар сатҳи миллий ва байналмилалӣ;

- таъмини шуғл тавассути таъсиси ҷойҳои кории сабз ва таҳияи қарорҳои сиёсии мувофиқ;

- истифодаи механизмҳои бозор барои ноил шудан ба рушди устувор.

Дар айни замон, ҷомеа ба таври мухтасар ифодаи «Иқтисоди сабз» -ро мефаҳмонад. Баъзеҳо боварӣ доранд, ки ин бахшҳои нави иқтисодиёт табиати кишварро беҳтар мегардонанд. Дигарон ин изҳоротро ҳамчун технологияҳои навӣ, як намуди экосистемаҳо, ки барои расонидани кӯмак ба табиат офарида шудаанд, мефаҳманд. Ва баъзеҳо чунин мешуморанд, ки ин гузариш ба марҳилаи нави рушд аст, ки мақсади он фароҳам овардани шароити экологӣ мебошад.

Имрӯз, 40% инноватсияҳои ҷаҳонӣ аз ҳисоби «Иқтисоди сабз» буда, 20 фоизи онро нерӯи барқ ва самаранокии энергия, ки омили асосии иқтисоди сабз аст ташкил медиҳад. Нерӯи энергетикӣ на танҳо барои рақобатпазирӣ ва беҳатарӣ, ҳамчун гармӣ ва сабук истифода мешавад ва барои 50 фоиз аз партовҳои ифлоскунанда ва 70 фоизи газҳои гармидиҳандаро паст менамояд. Яъне, сатҳи шиддатнокии энергетикӣ бо таркиби муҳити иқлими зист ва иқтисодиёти миллий муайян карда мешавад.



Моделҳои пештараи иқтисодӣ захираҳои фарогирро ба хароҷоти зиёд оварда мерасонад ва самаранокии маҳсулотро коҳиш дода сабаби зиёд шудани хавфҳои экологӣ, норасоии экологӣ ва нобаробарии иҷтимоӣ гардида бӯҳронҳои давомдорӣ иқтисодиву молиявиро бабор меоварад. Ва дар ниҳоят идеяи модели нави «Иқтисоди сабз», ки дар он беҳбудии моддӣ аз таъмин рушди устувори ҷомеа мебошад, ташаккул меёбад

Ҳаёт ва рушди инсоният ба гузарондани «Иқтисоди сабз», яъне системаи амалиётҳои иқтисодӣ вобаста ба истеҳсол, тақсимот ва истеъмоли молу хизматрасониҳо, ки ба афзоиши некӯаҳволии инсонӣ, дар ҳоле, ки наслҳои ояндаро аз муҳити зисти худ намефаҳманд ба хатарҳо ё норасоии экологӣ дарозмуддат оварда мерасонанд.

Масъалаи тағйирёбии иқлим ва хатари таъсири манфии глобалӣ ва минтақавӣ баъзе мавзӯҳои мухталифе дар ҷаҳон ба ҳисоб мераванд. Аҳамияти ин тадқиқот ва тадбирҳо барои мутобиқ шудан ба мушкилоти тағйирёбии иқлим мебошад. Объекти асосии тағйирёбии иқлим ин гузариш ба иқтисодиёти сабз ва манбаъҳои алтернативӣ мебошад.

Барои ноил шудан ба ин ҳадафҳо шароитҳои зерин баррасӣ карда мешавад: инҳоянд:

- Динамикаи иқтисодиёти сабз, самаранокии энергетикӣ ҳамчун воситаи мубориза бо тағйирёбии иқлим.

- Таҳлили вазъияти миллӣ ва ҷаҳонӣ оид ба иқтисоди сабз ва тағйирёбии иқлим.

- Ҷустуҷӯи роҳҳои мутобиқкунӣ ба тағйирёбии иқлим ва механизмҳои рушди иқтисоди сабз.

- Гузариш ба манбаъҳои алтернативии энергия.

Иқтисодиёти сабз, ин иқтисодиётро беҳбуд мебахшад ва адолати иҷтимоиро дар ҳоли коҳиш додани хатарҳои экологӣ ва азхудкунии захираҳо барқарор менамояд.

Тағйирёбии иқлим самти маъмултарин ва оммавӣ аз 90% эҳтимолияти афзоиши омилҳои гармшавии антропогенӣ мебошад. Ҳамчунин, ин сабабҳо бо фаъолияти технологӣ ба назар мерасад: нақлиёт, саноат ва ғайра. Дар баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ яке аз вазифаҳои муҳими рушди иҷтимоию иқтисодии давлат мебошад.

Мувофиқи баъзе маълумотҳо, бо мақсади таъмини гузариши мутақобила ба системаи нави иқтисодиёт, сармоягузорӣ ба иқтисоди "сабз" захираҳои солим бояд ҳар сол 2% -и маҷмӯи маҳсулоти ҷаҳониро дар бар гирад. Бинои сабз як қадам ба сӯи иқтисодиёти сабз аст. Амалияи байналмилалӣ бояд аҳамияти тағйироти иқлимро дар бар гирад.



Системаи ҷалби инвеститсияҳои сабз бояд инкишоф дода шавад ва бизнес ва ҷомеа бояд ба тағйирёбии иқлим ҷалб карда шавад. Ҷамъият бояд баланд бардоштани сатҳи таълимоти экологӣ ва фарҳангии аҳоли дар ҳама сатҳҳои системаи маориф, паҳн намудани ғояҳои рушди устувори экологиро таъмин намояд. Риояи такрорӣ ва такмил додани технологияи тамоми заминаи моддии соҳаҳои иҷтимоию иқтисодии зарур аст. Модернизатсияи технологӣ ҳаракати худро ба рушди энергетикӣ ва иқтисодиёт ва дар сатҳи макроиқтисодӣ, миллий ва ҷаҳонӣ равона мекунад. Рушди иқтисоди сабз бояд ягона роҳи ҳифзи муҳити атроф дар шароити муосир бошад, яъне нигоҳ доштани саломатии худ. Таҳияи барномаҳои ҳамкориҳои байналмилалӣ ва минтақавӣ дар соҳаи ҳифзи муҳити зист зарур аст.

Дар зер кишварҳои пешрафтаи гузариш ба манбаъҳои алтернативии иқтисоди сабзро дида мебароем.

Кореяи ҷанубӣ: Ғояи рушди сабз дар ин ҷо як стратегияи миллий мебошад. Рушди сабз дар бахшҳои мухталиф: нақлиёт, манбаъҳои алтернативии оби тоза, коркарди партовҳо – технологияҳои нав истифода мешаванд. Инчунин қортҳои пардохти сабз мавриди тавачҷуҳ ҳастанд, ки ба истифодаи молҳо бо шартҳои мусоид, ки бо навигарҳои экологӣ таҳия шудаанд, мусоидат мекунанд, сокинон дар қорт холҳо ҷамъ мекунанд ва сипас онҳоро барои пардохти хадмоти коммуналӣ, хайрия ва ғайра сарф менамоянд.

Иёлоти мутаҳидаи Амрико: Солҳои 2000-ум дар Амрико барномаи ислоҳоти иқтисодии "Муомилаи нави сабз" вучуд дошт. Мақомот тасмимдоранд, ки то соли 2030 ба мошинҳои барқӣ гузаранд ва соли 2050 карбогидридҳоро комилан тарк кунанд. Дар Амрико барномаи ихтиёрии тамғагузорӣ низ мавҷуд аст. Он барои омӯختани самаранокии энергетикӣ ва ҳамагуна маҳсулот ё хидмат истифода мешавад.

Ҷумҳурии мардумии Чин: Дар Чин зиёда аз 20% қувваи барқ аз манбаъҳои барқароршаванда ба даст оварда мешавад. Маблағгузориҳои давлат ба ингуна энергия аз сармоягузориҳои Амрико ва Иттиҳоди Аврупо зиёдтар аст. Чин 40% бозори содироти панелҳои офтобӣ ва 20% турбинаҳои бодиро руи даст дорад.

Олмон: Ин кишвар яке аз аввалинҳо шуда пас аз ғоҷеаи Фукусима дар соли 2011 барномаи миллии "Ғардиши энергетикӣ" -ро ҷорӣ кард. 40% қувваи барқи кишварро манбаъҳои сабз истеҳсол мекунанд (пеш аз ҳама энергияи бод). То соли 2022, Олмон мехоҳад аз нерӯгоҳҳои атомӣ ва то соли 2038 аз воридоти ангишт даст кашад.

Шветсия: Ин кишвар бо муносибати худ ба партов шинохта шудааст. Дар Шветсия 50% партовҳо такроран коркард карда мешаванд ва 49% барои сӯзонидани биоэнергетика сӯзонда мешавад. Барои ба даст овардани бештар



аз он, онҳо ҳар сол аз Норвегия ва Бритониё 1,5 миллион тонна партовҳоро ворид мекунанд. Мақомот мегӯянд, ки ин кишвар ба зудӣ комилан аз нафт, ангишт, газ ва энергияи ҳастай даст мекашад.

Швейтсария: Дар ин кишвар, беш аз 55% эҳтиёҷоти нерӯи барқ аз ҳисоби гидроэнергетика пӯшонида мешавад. То соли 2050 онҳо нақша доранд, ки истеъмоли захираҳои табииро ба сатҳи таҷдидшаванда коҳиш диҳанд ва «хатари экологӣ» -ро ба сатҳи миёнаи сайёра коҳиш диҳанд.

Русия: Нерӯгоҳи барқи обии Саяно - Шушенская аз рӯи иқтисодии муқарраршуда дар Русия бузургтарин нерӯгоҳ аст. Дар дарёи Енисей ҷойгир аст.

Рушди иқтисодиёти сабз дар Федератсияи Россия нисбат ба дигар давлатҳо суст аст. Кишвар ба ашёи хом вобастагӣ дорад. Аммо, Русияро метавон дар соҳаи гидроэнергетика пешсаф номид. Зиёда аз дусад нерӯгоҳҳои обии дарёӣ то 20% тамоми нерӯи барқро тавлид мекунанд.

Нақши Тоҷикистон дар ҳалли мушкилоти тағйирёбии иқлим ва энергияи тоза - Бо шарофати энергетикаи обӣ кишвар партови газҳои гулхонавии Тоҷикистон ҳам дар маҷмӯъ ва ҳам ба ҳар сари аҳоли дар Осиёи Марказӣ ва дар ҷаҳон яке аз нишондиҳандаҳои пасттарин мебошад.

Тоҷикистон маркази калони яхбандии муосир дар Осиёи Марказӣ маҳсуб меёбад ва пирияхҳо, ки дар қаламрави он қарор доранд, на танҳо анборҳои об, балки танзимкунандаи шоридани оби дарёҳо ва иқлим мебошанд. Пирияхҳо ва барфҳои доимии Тоҷикистон сарчашмаи асосии таъмини оби дарёҳои ҳавзаи баҳри Арал мебошанд. Ҳар сол обшавии захираҳои барфию яхӣ якчанд километр мукааб оби софу ширин медиҳад.

Дигар ҷанбаи муҳими тағйирёбии глобалии иқлим, ин таъсири он ба захираҳои оби ширини ҷаҳон мебошад. Маълум аст, ки об - захираи ивазнашаванда, дорои аҳамияти асосӣ ҷиҳати рушди устувор, нигоҳдории ҳаёт дар сайёра, таъмини саломатӣ ва некӯаҳволии аҳолии ҷаҳон мебошад. Ҳоло дар шароити тағйирёбии иқлим дар хушкӣ, махсусан дар ноҳияҳои хушку камбориши сайёра, масъалаи обтаъминкунии аҳоли ва рушди бахшҳои иқтисодиёт, ки ба захираҳои оби ширин вобаста аст, бисёр шадид меистад. Ташвишовар он аст, ки захираҳои оби ширин кам шуда, сифати он паст мегардад.

Ба гуфти муовини котиби генералии СММ: «Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон бо ин ташаббусаш дарро барои ҳалли масъалаҳои муҳими ҳамкориҳои байналхалқӣ дар соҳаи захираҳои об васеъ кушод, ки он минбаъд чун қувваи ҳаракатдиҳандаи рушди устувор дар рафъи камбизоатӣ хизмат мекунад». Аз Иҷлосияи 72-юми Маҷмаи умумии СММ ба муносибати



оғози Даҳсолаи байналмилалии амал “Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028” 22 март соли 2018 СММ. ш. Нью-Йорк ИМА

Соли 2019 дар Тоҷикистон 20 миллиарду 676,2 миллион килловат соат нерӯи барқ истехсол шудааст ва баръакси тамоми кишварҳои минтақа 98 дарсади нерӯи барқи кишвар аз нерӯгоҳҳои барқи обӣ ҳосил мешавад, ки “энергияи сабз” ба ҳисоб меравад.

Пешвои Миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар паёми солона моҳи декабри порсол ҳамчун манбаи барқароршавандаи энергия барои рушди оянда муҳим арзёбӣ карда буданд. Аз ҷумла, таъкид карданд, ки ба қор андохтани нерӯгоҳи барқи обии “Роғун” Тоҷикистонро ба яке аз кишварҳои пештози “энергияи сабз” дар ҷаҳон табдил медиҳад.

Дар Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2030, ки ҳадафи қорумаш саноатӣ кардани кишвар аст, “диверсификатсияи иқтидорҳои низоми электроэнергетикаи ҷумҳурӣ тавассути зиёд кардани иқтидори дигар манбаҳои энергия, аз ҷумла ангишт, нафту газ ва манбаҳои барқароршавандаи энергия (нерӯи офтоб, бод, биологӣ...) дар ҳаҷми на камтар аз 10%” пешбинӣ шудааст.

Аз рӯи иқтидори гидроэнергетикӣ Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги энергия дар ҳаҷми солона 527 млрд. кВт соат нерӯи барқ буда, бо ин зарфият дар ҷаҳон ҷои 1-умро ишғол менамояд. Иқтидори барқии обии Тоҷикистон дар ҷаҳон ҷойи 8-умро пас аз Хитой, Руссия, ИМА, Бразилия, Заир, Ҳиндустон ва Канада ишғол менамояд. 95 % асоси барқи Тоҷикистонро аз об истехсол карда мешавад.

Дар ҳамаи дарёҳои мамлакат зиёда аз 350 адад НБО-ҳо мавҷуданд, ки мисоли аёнии зарфиятҳои бузурги энергияи таҷдидшавандаи Тоҷикистон мебошанд. Аз ин лиҳоз Тоҷикистон дар барномаи СММ оид ба «Энергияи устувор барои ҳама» ҳамчун давлати пилотӣ пазируфта шудааст.

Дар баробари он, ки дарёҳои Тоҷикистон асоси иқтидори гидроэнергетикӣ кишварро ташкил медиҳанд, яке аз хусусиятҳои он дар ин аст, ки оби ҳамаи дарёҳо мувофиқи стандартҳои ҷаҳонӣ ҳамчун оби ошомиданӣ эътироф шудаанд. Аз ин сабаб бо ташаббус ва ибтикори Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Маҷмаи Умумии СММ соли 2003 “Соли байналмилалии оби тоза”, солҳои 2005-2015 ҳамчун Даҳсолаи байналмилалии амал “Об барои ҳаёт”, соли 2013 ҳамчун “Соли байналмилалии ҳамкорӣ дар соҳаи об” ва ниҳоят солҳои 2018-2028 ҳамчун Даҳсолаи байналмилалии амал “Об барои рушди устувор” эълон карда шуданд.

Даҳсолаи байналмилалии амал “Об барои рушди устувор, 2018-2028” бо ташаббусҳои Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон



доир ба масъалаҳои ҷаҳонии об баҳри раҳой додани аҳолии сайёра аз хатарҳои экологӣ ва бухрони озукаворӣ такони бузурге бахшида метавонад.

Воридоти гази гулхонаӣ дар атмосфераи Замин дар натиҷаи сӯختани ангиштсанг, нафт ва газ. Ҳамзамон 80% энергияи аз ҷониби инсон қабулшаванда аз ин намуди сӯзишворӣ истеҳсол карда мешавад. Истифодаи онҳо ба ҷамъовариҳои партовҳои зараровар, ки ба гармшавии глобалӣ мусоидат мекунанд ва ба саломати инсонҳо осеб мерасонанд. Зиеда аз 70% аҳолии ҷаҳон дар шаҳрҳо зиндагӣ мекунанд. Истеҳсолоти сеюми захираҳои ҷаҳониро истеъмол мекунанд. Истеъмоли энергия дар Шаҳрҳо - 75% ро ташкил медиҳад. Барои тағйир додани ҷунун вазъият, мо бояд гузариш ба энергияи тоза дар асоси "партовҳои сифрӣ" кӯшиш намоем. Барои ноил шудан ба энергияи тоза, технологияҳои навин зарур аст ва механизмҳо бояд таъсис дода шаванд, ки ҳавасмандгардонии энергияи таҷдидшаванда рушд намояд.

Дар ҳоли ҳозир агар мо бо ақлу дониш ва таҷрибаву пешгоми дар самти баланд бардоштани иқтисодиёти миллӣ ва кам кардани хатарҳои экологӣ, ки дар оянда боиси нобудии набототу ҳайвонот ва мушкилотҳои умдаи башари мегардад чораҷӯӣ ва тадбирирандешӣ накунем дер хоҳад шуд ва насли башар дар ихотаи бухронҳои марговари иқтисодиву иҷтимоӣ ва умдатан экологиву сиёсӣ мегардад ва ҳатто ба нобудии сайёраи замин оварда мерасонад. Роҳи ҳалосӣ аз ин бӯхрони ҷаҳонӣ дар тамоми ҷаҳон ин самтҳои пешниҳодшуда аз ҷониби коршиносон – ин гузаштан ба иқтисодиёти сабз фаъолиятест, ки ба бехтар шудани сифати ҳаёти инсон оварда мерасонад.

Сарчашмаҳои истифодашуда:

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ» 26.01.2021, шаҳри Душанбе
2. "Дар бораи вазъи бахши энергетика дар Тоҷикистон" - ҳисоботи CAREC, Душанбе.
3. Ҳисоботи Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, 2020
4. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон "Дар бораи энергетика", ш. Душанбе, 29 ноябри 2000 г. №33.
5. <http://www.mewr.tj/> - Сомонаи расмӣ Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон
6. <http://www.stat.tj/> - Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон
7. <http://www.casa-1000.org/> - Сомонаи расмӣ лоиҳаи CASA - 1000



8. <http://www.barkitojik.tj> – Сомонаи расмии ШСХК «Барки Тоҷик»

9. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. Душанбе. 2016.

УКД:911.3:33+338.4.(575.3-34/35)

Орифчонова В.Р., Азимова М.А.

ЗАХИРАҶОИ ОБӢ ВА ИМКОНИЯТҶОИ РУШДИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ДАР ҶУМҶУРИИ ТОҶИКИСТОН

Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисодии Тоҷикистон

Суроға: ш. Душанбе, кӯчаи Нахимов 64/14, Телефон: 92 714 07 07

Тавре, ки мутахассисон қайд кардаанд, истифодаи самараноки захираҳои обию энергетикӣ ва расидан ба истиқлолияти энергетикӣ истифодаи захираҳои обии минтақаи Осиёи Марказӣ, аз он ҷумла Ҷумҳурии Тоҷикистон, сол то сол ба яке аз масъалаҳои муҳимтарини сиёсати кишварҳои хавзаи баҳри Арал табдил ёфта, метавонад дар пешрафти иқтисодиёти кишварҳои минтақа нақши бузурге дошта бошад.

Тавачҷуҳи ҷомеаи ҷаҳониро ба муҳим будани ин масъала ҷалб намуда, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат, мухтарам Эмомалӣ Раҳмон, чунин қайд мекунад: «... сол то сол дар кураи Замин ҳаҷми обҳои ошомиданӣ коҳиш меёбад, хавфи ба амал омадани «бухронҳои об» воқеӣ мегардад. Ҷамагон, бояд фаҳманд, ки арзишмандии об на камтар аз арзишмандии нафт, газ, ангиштсанг ва дигар навъҳои сӯзишворию манбаъҳои энергия барои рушди устувори кишвар ва минтақа мебошад».

Чӣ тавре, ки ба ҷамагон маълум аст мавзӯи мазкур на танҳо хусусияти локалӣ (ҷумҳуриявӣ) дорад, балки ин масъала дар сатҳи глобалӣ (ҷаҳонӣ) мавзӯи муҳим ва рӯзмарра ба ҳисоб меравад. Аз ин ҷост, ки дар нишастҳои байналмилалӣ Пешвои миллат бо иқдомҳои наҷиби худ баромад намуда, диққати иштирокчиёнро ба масъалаҳои ҳифзи захираҳои об ҷалб намудаанд ва вобаста ба ин як қатор санадҳои меъёрию ҳуқуқӣ дар сатҳи байналмилалӣ қабул гардидаанд. Аз он ҷумла, эълон гардидани «Соли 2003 соли байналмилалии оби тоза», давраи солҳои 2005-2015 Даҳсолаи байналмилалии фаъолияти «Об барои ҳаёт», соли 2008 эълон гардидани «Соли байналмилалии санитария» ва солҳои 2018-2028 Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои рушди устувор».



Мувофиқи ақидаи баъзе аз мутахассисон ва коршиносон сабабҳои асосии муҳимият пайдо намудан ва мураккаб гардидани истифодаи захираҳои обию энергетикӣ дар сатҳи локалӣ (минтақа, ҷумҳурӣ) ва глобалӣ (ҷаҳонӣ) дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 Сабабҳои асосии муҳимият пайдо намудани истифодаи захираҳои обию энергетикӣ дар сатҳи локалӣ (минтақа, ҷумҳурӣ) ва глобалӣ (ҷаҳонӣ)

Сабабҳои асосӣ	Натиҷаи рӯйдои ҳодисаҳо
1. Гармшавии иқлим (ҳарорат) дар кураи замин ва обшавии пирияхҳо.	Ба амал омадани ҳодисаҳои ғайриҷашм-дошт аз қабилҳои гармӣ ва хунуқиҳои аз ҳад зиёд, баланд шудани сатҳи обҳои зеризаминӣ, обхезӣ, суктани ҷангалҳо ва ғ.
2. Камчинии захираҳои об ва нора-соии обҳои нӯшокӣ дар ҷаҳон.	Мувофиқи сарчашмаҳои оморӣ ҷаҳонӣ имрӯзҳо дар дунё зиёда аз 1 млрд. одамон аз норасоии захираҳои об танқисӣ мекашанд ва қариб 2 млрд. одамон аз обҳои ба талаботҳои гигиению санитарӣ ҷавобгӯ набуда истифода мебаранд. Агар чунин ҳолат идома ёфтад, он гоҳ пас аз 20-25 сол қариб 3 миллиард, яъне қариб нисф зиёди аҳолии рӯи дунё ба бӯҳрони норасоии об рӯ ба рӯ хоҳад гардид.
3. Зиёдшавии аҳоли дар кураи замин ва баланд гардидани талабот бо обҳои ҳам нӯшокию ҳам истеҳсолӣ (истифодаи об барои обёрикунӣ).	Ба ҳамагон маълум аст, ки бо зиёдшавии аҳоли талабот бо обҳои ҳам нӯшокию ҳам истеҳсолӣ (истифодаи об барои обёрикунӣ) зиёд мегардад (бо нишондиҳандаҳои ҳозира дар ҷаҳон 7,8 млрд. одамон умр ба сар мебаранд)
4. Тақсимои ғайриоқилонаи захираҳои об дар баъзе аз манотиқ ва киш-варҳои алоҳидаи ҷаҳон.	Тақсимои ғайриоқилона ва ғайрисамараноки захираҳои об дар баъзе аз манотиқи ҷаҳон боиси пайдо гардидани низоъҳо мегардад.

Ҳарчанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи нишондиҳандаи бо замин таъминбуда дар минтақа, яке аз ҷойҳои охириро гирад, яъне ба ҳар сари аҳоли 0,10 га замини кишт ва 0,06 га заминҳои обӣ рост ояд ҳам аз рӯи захираҳои об ҷумҳурии мо нисбатан бой мебошад. Барои мисол, аз рӯи захираҳои умумии имконпазири барқии гидроэнергетикӣ баъди Ҷумҳурии Чин, Федератсияи Русия, Амрико, Бразилия, Зоир, Ҳиндустон ва Канада дар ҷои 8-ум меистад ва иқтидорҳои истеҳсолии гидроэнергетикӣ тақрибан дар ҳаҷми 527 млрд. кВт. соат арзёбӣ мегардад. Ҳамзамон, аз рӯи ин нишондиҳанда Ҷумҳурии Тоҷикистон дар миқёси ИДМ баъди Федератсияи Русия дар ҷои 2-юм, дар Осиёи Марказӣ дар ҷои аввал буда, 70% захираҳои гидроэнергетикии Осиёи



Марказӣ ба ҳудуди кишвар рост меояд, ки дар шароити ҳозира қариб 5 %-и он истифода мешавад.

Умуман, сохтори об истифодабарӣ дар соҳаҳои иқтисоди миллӣ чунин аст: саноат - 6 %, кишоварзӣ - 85 % (аз он ҷумла, барои обёрикунонӣ 65-70 %), бо обтаъминкунӣ дар деҳот - 5 % ва дар шаҳрҳо - 4 %.

Истеъмолкунандагони муҳимтарини захираҳои обӣ зироаткории обӣ (обёрикунонӣ), обрасонии обҳои ошомиданию хочагӣ ва соҳаи саноат мебошанд. Истифодабарандаи асосии об дар Ҷумҳурии Тоҷикистон соҳаи тавлиди нерӯи барқи обӣ (гидроэнергетика) ба ҳисоб меравад. Инҳо муҳимтарин унсурҳои таркибии захираҳои обию энергетикӣ ба ҳисоб рафта, метавонанд дар ояндаи наздик стратегияи рушди миллии Тоҷикистонро муайян намоянд.

Таҳлили нишондиҳандаҳои оморӣ аз он гувоҳӣ медиҳад, ки сарфи об дар соҳаҳои иқтисоди миллӣ, пеш аз ҳама, дар кишоварзӣ, бахусус барои обёрӣ аз меъёрҳои муқарраршуда зиёд аст. Сабаби аз ҳама зиёд истифода бурдани захираҳои об дар соҳаи кишоварзӣ нисбати дигар соҳаҳои иқтисоди миллӣ дар он аст, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон ба мисли дигар ҷумҳуриҳои Осиёи Марказӣ дар минтақаи биёбонӣ ҷойгир шудааст ва зиёда аз 90 % маҳсулотҳои соҳаи растанипарварӣ аз заминҳои обӣ ба даст меояд.

Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон дар мақолаи худ бо номи «Тоҷикистони соҳибистиклол 15-сола шуд» дар Фаслномаи илмии «Ирано-Славика», (Маскав, 2 (10), 2006) менависад, ки «...аз рӯи таҳқиқи коршиносон, дар дунё захираи манобеи табиӣ сӯхт ва монанди инҳо рӯз аз рӯз коҳиш меёбад. Аммо Тоҷикистон дорои захираҳои азими энергияи об аст ва қодир хоҳад буд, ки нерӯи барқи арзон, аз ҷиҳати иқтисодӣ даромаднок ва аз нигоҳи экологӣ поку беҳавфро содир кунад. Аз ин лиҳоз, мо ояндаи иқтисодии кишвари худро дар рушди соҳаи гидроэнергетика мебинем»[].

Соҳаи энергетика дар давраи ҷаҳонишавӣ барои пешбурди ҳама соҳаҳо нақши калидӣ дошта, истеҳсоли он дар минтақа ва давлатҳои ҷаҳон бо роҳҳои гуногун ба роҳ монда мешавад.

Бояд қайд намуд, ки аз ҷиҳати экологӣ беҳатар ин аз ҳисоби энергеяи об (механикӣ) истеҳсол намудани барқ мебошад. Бояд таъкид дод, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон тақрибан як аср мешавад, ки бо нерӯгоҳҳои барқи обӣ, ки дар онҳо аввалан мутахассисони соҳаи гидроэлектроэнергетикаи хориҷӣ ва имрӯзҳо мутахассисони маҳаллӣ корро ба роҳ монда мардуми кишварро бо барқи аз ҷиҳати экологӣ тоза таъмин менамоянд.

Дар асоси тадқиқотҳои дарозмуддати олимону мутахассисони соҳаи гидроэнергетика аз ҷиҳати сохтмони нерӯгоҳҳои барқи обӣ дар дарёи Варзоб ва инчунин дар дарёи Вахш, маълум гардид, ки сохтмони силсила нерӯгоҳи



барқии обӣ хело муфид мебошад. Зеро Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ҷиҳати географӣ минтақаи кӯҳӣ буда, аз он 947 дарёҳои хурду бузург сарчашма мегирад, ки ин барои вайрон кардани қитъаи замини қорам ва ҷойҳои зист таъсири манфӣ намерасонад. Вобаста ба имкониятҳои мавҷуда Ҷумҳурии Тоҷикистон метавонад иқтидорҳои энергияи электрикиро зиёд намуда, дар байни давлатҳои Осиёи Миёна ва ҷаҳон аз ҷиҳати истеҳсоли нерӯи барқӣ, яке аз ҷойҳои намоёнро ишғол намояд.

Аз таҳлили нишондиҳандаҳои умумии истеҳсоли умумии электроэнергетика, дар собиқ Иттиҳоди Давлатҳои Мустақил, ҳиссаи гидроэнергетика чунин ба назар мерасад.

Ҷадвали 2. Истеҳсоли умумии электроэнергетика дар собиқ давлатҳои ИДМ

№	Давлат	бо (%)
1	Ҷумҳурии Тоҷикистон	Аз зиёда 98%.
2	Ҷумҳурии Қирғизистон	88,1%
3	Ҷумҳурии Гурҷистон	78,0%.
4	Ҷумҳурии Арманистон	31,9%
5	Федератсияи Русия	19% .
6	Ҷумҳурии Узбекистон	14,0% .
7	Ҷумҳурии Қазоқистон	13,2%.
8	Ҷумҳурии Озорбойҷон	9,8%
9	Ҷумҳурии Украина	5,9%
10	Ҷумҳурии Молдова	5,6%
11	Ҷумҳурии Туркманистон камтар	1%
12	Давлати Беларус ҳам, низ камтар	1%

Аз рӯйи нишондоди мазкур маълум мегардад, ки дар байни собиқ давлатҳои ИДМ, нишондоди Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷиҳати тавлиди энергияи сабз ҷои аввалро ишғол намудааст. Танҳо мавқеи Қирғизистон ва Гурҷистон каме ба ҷумҳурии мо наздик мебошад. Дигар мамлакатҳои узви ИДМ, аз ҷумла дар Русия, ки захираҳои беҳамтои гидроэнергетикӣ дорад, тақрибан аз панҷ як ҳиссаи энергияи электрикиашро гидроэнергетика ташкил медиҳад.

Дар нишондодҳо ва маълумотҳои дар боло зикршуда, мутахассисони соҳаро мебоянд, ки барои сарфақорӣ ва самаранок истифода бурдани захираҳои табиӣ нерӯи барқароршаванда диққати махсус дода, чунин талаботҳоро риоя намоянд:

- Самаранок истифода бурдани энергияҳои барқароршаванда ва васеъ намудани обанборҳои сунӣ дар силсиланерӯгоҳҳои дарёи Вахш;

- барои сарфа намудани энергияи электрикӣ истифода бурдан аз захираҳои зеризаминӣ аз қабилҳои ангишт, нафт, газ ва мисоли инҳо;



-ба роҳмондани қисмҳои конструктиви хатҳои интиқоли барқи кӯтоҳ (ХИБ);

-ҳарчӣ зудтар аз як шиддат ба шиддати дигар гузаштан, масалан шиддати (6кВт/с) -ро аз байн бурдан;

-бо эҳтимод ба роҳ мондани дастгоҳҳои барқии баландшиддат, яъне иваз кардани васлақҳои рағанӣ ва гузаштан ба ҷои онҳо васлақҳои элегазиву вакумӣ;

-дур кардан ё ин ки аз байн бурдани дастгоҳҳои барқие, ки мӯҳлати истифодабариашон ба талаботҳои техникӣ ҷавобгӯ нестанд;

-бисёртар ба роҳ мондани олотҳои ҷуброннамоӣ дар зеристгоҳҳои барқӣ ва корхонаҳои саноатии бузург;

-пайваст накардани ноқилҳо аз металҳои гуногун, яъне пайваст кардани мис бо алюминий ё ин, ки ноқилҳои буриши кундалангиашон гуногун;

-бозсозӣ намудани зеристгоҳҳои барқие, ки зиёда аз 22 сол амал менамоянд ё ин ки лавҳаҳои худкор (автоматикӣ) бо системаи ягона иваз кардан шавад;

-бо барқ таъмин намудани истеъмолкунандаҳои хоҷагии халқ ва корхонаҳои саноатӣ бо талаботи тавоноии барқиашон ва ҷавобгӯ будан ба иқтидори трансформаторҳои корӣ;

-насб кардани ҳисобкунакҳои барқӣ дар ҳар як трансформаторҳои корие, ки дар шиддатҳои 10 кВт/с. васл шуда, айнаи муддаост, яъне насб кардани ҳисобкунакҳои барқии сефаза;

-аз байн гирифтани ҳисобкунакҳои барқии индуксионӣ ва гузаштан ба ҳисобкунакҳои барқии электронӣ;

-чалб кардани мутахассисони баландпояи соҳаи электроэнергетика ба системаи энергетикӣ.

Бояд тазаккур дод, ки дар даврони соҳибистиклолии қишвар якҷанд сохтмонҳои нерӯгоҳҳои барқӣ обии бузург анҷом ёфта, мавриди истифода қарор доранд. Аз он ҷумла: НБО-и «Помир-1» бо тавоноии 14000 кВт/с (нерӯгоҳи барқии мазкур 01-уми ноябри соли 2005 бо иқтидори пуррааш бо истифодабарӣ дода шуд), НБО-и «Сангтуда-1» бо иқтидори лоиҳавӣ 670 мВт. ва «Сангтуда -2» бошад, бо иқтидори 220 мВт айнаи ҳол, мавриди истифода қарор доранд.

Яке аз лоиҳаи бузурги сохтумонӣ ин нерӯгоҳи барқии обӣ ба нақша гирифта шудаи Шӯроб мебошад, ки иқтидори лоиҳавиаш 800 мВт-ро ташкил медиҳад.

Ҷумҳурии Тоҷикистон тавонист, ки дар даврони соҳибистиклолӣ баҳри амалишавии яке аз ҳадафҳои стратегияи мамлакат (расидан ба истиқлолияти



энергетикӣ), дар миқёси ҷумҳурӣ 360 адад нерӯгоҳи хурди обӣ бо ташаббуси соҳибкорон ва мутахассисони соҳаи электроэнергетика ба истифода диҳад, ки ин ҳам бошад барои рушду нумӯи соҳаи энергетикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон нақши калидӣ мебозад. Яке аз лоиҳаҳои бузурги аср ва барои Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳим ин НБО-и Роғун мебошад, ки рушди ояндаи мамлакат аз пурра амалӣ шудани ин лоиҳа вобастагии калон дорад.

Бояд тазаққур дод, ки иқтидори лоиҳавии НБО-и Роғун бо 6- агрегат, иқтидори ҳар кадоме 600 мВт, дар умум ба 3600 мВт баробар мебошад ва он соли то 13,1 миллиард кВт/соат нерӯи барқ истеҳсол хоҳад намуд. Бо самаранок ва сарфақорона истифода бурдани имкониятҳои гидроэнергетикӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон метавонад ба яке аз кишварҳои пешрафта ва аз ҷиҳати истеҳсоли энергияи сабз мавқеи хосаро ишғол намояд.

Ҳамин тавр, вазъ ва тамоюли рушди захираҳои обию энергетикӣ ҷумҳурӣ ва нақши Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат, мухтарам Эмомалӣ Раҳмонро дар истифодаи самараноки захираҳои обию энергетикӣ арзёбӣ намуда, ҷиҳати бартарафсозии муаммоҳои ҷойдошта ва расидан ба истиқлолияти энергетикӣ, дар ояндаи наздик гурӯҳи чорабиниҳои зеринро амалӣ намудан ба мақсад мувофиқ аст:

- сари вақт азнавтаҷҳизонӣ ва барқароркунии иншоотҳои гидротехникӣ. Тавре ки маълум аст, дар ҷумҳурӣ 9 обанбор вучуд дорад, ки ҳар кадоме онҳо аз 0,028 то 10,5 млрд. м³ обғунҷоиш доранд. Иншоотҳои мазкур, дар шароити ҳозира ба хизматрасониҳои техникӣ эҳтиёҷ доранд, зеро аз сабаби дар минтақаҳои сейсмологии номусоид ҷой доштани хатари зери об мондани водихои дар поёноб ҷойгиршударо ба миён меоранд (новобаста аз он ки ин чараён дар ҷумҳурӣ зина ба зина амалӣ гардида истодааст).

Мавриди пурра ба истифода додан иқтидорҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон имконият мешавад, ки се маротиба зиёдтар аз талаботи имрӯзаи ҳамаи кишварҳои Осиёи Марказӣ дар Ҷумҳурӣ нерӯи барқ афзоиш ёбад ва ин имконият медиҳад, ки минтақаро бо нерӯи барқи арзон ва аз ҷиҳати экологӣ тоза таъмин карда шавад.

Адабиёт

1. А. Назарзода. Гидроэнергетика. Гидроэнергетикаи Тоҷикистон. Душанбе-2015.С.161.
2. Д. Д. Давлатшоев., Л.С. Қасобов., Р.А.Ҷалилов. Муқаддимаи энергетика. Душанбе. «Промэкспо» - 2013.
3. И.А.Асоев, С.А.Очилов, И.И.Раджабов Монтаж гидроагрегатов и их основные параметры. Душанбе, 2018.



4. Ф. Ҳ.Исматов, Н. Д Холназаров, Х.А.Раҳимов. Қисмҳои электрикии нерӯгоҳҳо ва зернерӯгоҳҳо. Қўрғонтеппа-2016.С. 265.

5. Эмомалӣ Раҳмон Тоҷикистони соҳибистиклол 15-сола шуд. //Фаслномаи илмии «Ирано-Славика», Маскав, 2 (10), 2006 с.

Султанова М.М.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
тел.: 927773113, e-mail: SultanovaM2403@gmail.com

Аннотация: В статье приведены причины изменения климата и влияние на экономически важные сферы развития в Таджикистане и в странах Центральной Азии, в частности в Киргизии. Основные пути решения проблем в энергетике через эффективное использования воды в Таджикистане и развитие гидроэнергетического комплекса.

Ключевые слова: устойчивое развитие, водный сектор, энергетика, изменение климата, энергетическая безопасность.

Президент Таджикистана Эмомали Рахмон во время выступления на онлайн-заседании Генеральной Ассамблеи ООН, которое было посвящено шестой Цели в области устойчивого развития, обратил внимание мира на таяние ледников. По словам главы государства, за последние 20 лет Таджикистан приложил значительные усилия для продвижения водных вопросов в повестку дня мирового развития. "Можно с уверенностью сказать, что инициативы Таджикистана в водном секторе внесут значительный вклад в усиление и ускорение конкретных действий по достижению Целей устойчивого развития, в том числе связанных с водными ресурсами", - добавил Президент. Далее было отмечено: "Быстрое таяние льда как на поверхности воды, так и на суше может привести к плачевным последствиям в ближайшем будущем. Ярким примером этого процесса является быстрое таяние ледников Таджикистана, на которые приходится до 60% водных ресурсов Центральной Азии. На сегодняшний день тысячи малых и средних ледников в Таджикистане полностью растаяли, а общий объем ледников почти утроился». Следует отметить, что сложившаяся ситуация негативно скажется не только на развитии республики, но и отразится на развитии других странах региона. Поверхность



земного шара покрыта приблизительно на 70% водой. Около 1/5 планеты покрыта льдом и снегами, а это тоже вода, только твердая.

Проблема изменения климата, а именно потепление климата, является для Таджикистана и всего мира одной из основных и играет важнейшую роль в современных условиях развития.

Изменение климата – долгосрочные изменения температуры и погодных условий, вызванные деятельностью человека.

Согласно информации ООН, с 1800-х годов основным фактором изменения климата является сжигание разных видов топлива, такие как уголь, нефть и газ, которые при сжигании образуют парниковые газы, способствующие повышению температуры воздуха. Сейчас температура нашей планеты стала на 1,2 градуса теплее, чем раньше, а 2011-2020 года были самыми тёплыми в истории.

Повышение температуры воздуха не самое страшное в изменении климата. Мы живём на планете, где всё взаимосвязанно и одно изменение может способствовать изменению ещё нескольких сфер.

По всеобщим оценкам экспертов, к изменениям климата Таджикистан является наиболее уязвимой в Центральной Азии страной. Свидетельства этому множества стихийных бедствий в стране за последние десятилетия.

За последние шестьдесят лет в нескольких регионах Таджикистана наблюдалось увеличение температуры на 1,0-1,5 градуса Цельсия. Количество дней в году, превышавших 40 градусов, также увеличились. По данным ученых, сейчас в Таджикистане насчитывается свыше 13 тысяч ледников, а более 30% ледников страны уже отступили. К 2050г. ожидается отступление или полное таяние еще 30% ледников. Самый крупный ледник в стране ледник Федченко тает со скоростью 16-20 метров в год. Сама ситуация с тающими ледниками вызывает множество проблем. Из прогнозов учёных следует ожидать сокращение среднегодовых осадков на 5%, хотя уже сейчас в большинстве регионах страны практически не бывает нормальных осадков. Горные ледники Памира обеспечивают пресной водой не только сам Таджикистан, но и большую часть Центральной Азии. Это говорит о том, что население Центральной Азии заинтересовано в сохранении ледников и в обеспечении пресной водой.

Таджикистан вырабатывает энергию с помощью ГЭС и использует минимальное количество использования ископаемого топлива, тем самым сохраняет самый низкий уровень выбросов парниковых газов в Центральной Азии и страна практически не влияет на изменение климата.

Таджикистан и Кыргызстан являются основной зоной формирования водных ресурсов Центральной Азии. В Таджикистане формируется более



половины водных ресурсов региона. Здесь запасы пресной воды достаточны для обеспечения питьевой водой сотен миллионов человек.

Следует отметить особую роль водных ресурсов в энергетической безопасности Центральной Азии. Доля гидроэлектроэнергии в структуре генерирующих мощностей региона составляет 27.3% от общей потребляемой регионом электроэнергии. В Таджикистане и Кыргызстане данный показатель составляет более 90%, что указывает на зависимость экономики этих стран от наличия и режима использования водных ресурсов. Любые изменения, влияющие на водные ресурсы Центральной Азии, имеют высокий мультипликативный эффект воздействия на различные социально-экономические аспекты развития стран региона.

Страны, расположенные в регионе, объединены трансграничными водными системами. Изменение в водопользовании в одной из стран неизбежно сказывается на интересах остальных стран. Таджикистан и Кыргызстан, где формируется основной сток бассейна Аральского моря (более 80%), заинтересованы в использовании имеющихся водных ресурсов для выработки гидроэлектроэнергии, а страны низовий – Казахстан, Туркменистан и Узбекистан, намерены продолжать использовать эти же ресурсы в целях ирригации. При этом страны верховий заинтересованы в максимальном сбросе воды в энергодефицитное зимнее время, а страны низовий нуждаются в максимальном поступлении воды в летний период для орошения земель.

В современных условиях и в перспективе, дефицит водных ресурсов в Центральной Азии рассматривается как один из главных ограничивающих факторов развития стран региона. Ожидаемый здесь рост водопотребления ведет к конкуренции за воду на региональном и локальном уровнях между ирригацией и энергетикой, другими секторами экономики. На орошаемое земледелие приходится более 90% всего водозабора из бассейнов рек региона, и в связи с необходимостью обеспечения продовольственной и энергетической безопасности, эти потребности в воде стран будут возрастать, усиливая напряженность межгосударственных водных отношений в регионе.

Многим в мире известны запасы гидроэнергоресурсов Таджикистана, которые составляют более 300 млрд. кВт час в год. Строительство каскадов ГЭС в верховьях рек Амударья и Сырдарья позволит не только получать дефицитную для стран Центральной Азии электроэнергию, но оросить сотни тысяч гектаров земель, в странах бассейна Аральского моря.

В сотрудничестве с Российской Федерацией и Исламской Республикой Иран у нас в стране строятся ГЭС Сангтуда-1 и Сангтуда-2. Первый агрегат ГЭС Сангтуда-1 был введен в эксплуатацию в январе 2008 года. По строительству крупнейшего в Центральной Азии ГЭС Рогун, мощностью 3600



МВт и среднегодовой выработкой электроэнергии 13 млрд. кВт часов, ведутся интенсивные переговоры с заинтересованными инвесторами и странами. Региональное сотрудничество по строительству каскадов ГЭС с учетом интересов всех заинтересованных сторон принесут огромную пользу нашим странам и совместное освоение гидроэнергетических ресурсов Таджикистана должно сблизить наши народы, и дать серьезный импульс экономической и политической интеграции стран региона.

В настоящее время в водохранилище Нурекской ГЭС ежедневно поступает 500 кубометров и водохранилище Кайраккумской ГЭС – 400 кубических метров воды, что значительно меньше по сравнению с этим же периодом в прошлом. Ввиду сокращения запасов воды нехватка воды в Таджикистане составляет 30-35 процентов и отсюда можно сделать вывод, какой экономический ущерб наносит маловодье, как Таджикистану, так и другим странам региона. Только в Республике Таджикистан формируется почти 60 процентов водных запасов Центральной Азии, что еще раз подчеркивает важность развития сотрудничества по использованию воды и энергии в регионе.

Холодные зимы наглядно показала, что в Центрально-азиатском регионе совершенно недостаточно мощностей электроэнергетического сектора для не свойственных в данном регионе холодов. Уменьшение запасов воды в водохранилищах гидроэлектростанций Таджикистана ещё более усугубило энергетическую ситуацию в нашей стране.

Вывод один: при отсутствии больших запасов нефти и газа необходимо ускоренными темпами осваивать богатейший гидроэнергетический потенциал региона, 90% которого приходится на Таджикистан и Кыргызстан. В частности, уже сейчас в Таджикистане имеется около 15 перспективных створов для сооружения водохранилищ и гидроэлектростанций. Это позволит, вместе с Вахшским каскадом гидроэлектростанций, регулировать до 67 км³ воды в год, что составит 58% среднего стока всех рек бассейна Аральского моря. И тогда миллионы гектаров земель, большей частью в странах низовий, будут защищены от превратностей изменений климата – наводнений, маловодья и засухи. Следует отметить, что ни один проект в сфере развития гидроэнергетики Таджикистана не идет во вред интересам наших соседей по региону, как в процессах использования воды, так и использования энергии.

Анализ процесса решения водных проблем стран Центральной Азии за последние 15-17 лет наводит на мысль, что региону недостает соответствующего основательного, всеобъемлющего рамочного документа – своеобразной водной доктрины, учитывающей универсальные принципы



водной политики с учётом сокращения риска бедствий, связанных с водой, интересов всех водопотребителей и водопользователей в условиях роста населения, глобальных изменений климата, необходимости защиты окружающей среды, снижения уровня бедности и, в целом, обеспечения устойчивого развития

Очевидно, что для нас альтернативы водосбережению нет. В ближайшей перспективе природа нам не даст воды более того, что мы имеем, ежегодные колебания количества воды происходят в рамках прогнозируемых. Отдаленная перспектива трудно поддается прогнозу.

В настоящее время, наша страна нуждается в инвестициях для реабилитации изношенных гидротехнических сооружений, насосных станций и внедрении водосберегающих технологий полива сельскохозяйственных культур.

Основной платформой регионального сотрудничества по управлению водно-энергетическими ресурсами в Центральной Азии остаются Межгосударственная Координационная Водохозяйственная Комиссия стран (МКВК) и Международный Фонд Спасения Арала (МФСА). Таджикистан активно участвует в структурах этих организаций по выполнению принятых долгосрочных планов повышения эффективности водопользования и охраны окружающей среды в Бассейне Аральского моря.

Список литературы:

1. Арифов Х.О., Арифова П.Х. К вопросу использования передового международного опыта водопользования и международного водного права в Таджикистане // Экономика Таджикистана: стратегия развития. – Душанбе, 2008. – № 1. – С.141–156.
2. Арифов Х.О., Негматуллоев С.Х., Арифова П.Х. О применении международного опыта при водопользовании в бассейне Аральского моря // Экономика Таджикистана: стратегия развития. – Душанбе, 2007. – № 2. – С.47–58.
3. Безднина С.Я. Приоритеты устойчивого развития водного хозяйства агропромышленного комплекса // Мелиорация и водное хозяйство. – Москва, 2009. – №5. – С.29–32.
4. Зузик Д.Т. Экономика водного хозяйства. –М.: Колос, 1982. – 399 с.
5. Каюмов Н.К. Водноэнергетическая стратегия Таджикистана // Экономика Таджикистана: стратегия развития. – Душанбе, 2007. – № 2. – С.36–46.



УДК 621.31

Ҳочиев А.А.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКАИ ТОҶИКИСТОН АЗ ИЧЛОСИЯ ТО ИМРӯЗ

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226

Ичлосияи XV1 Шурои Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки моҳи ноябри соли 1992 - юм дар шаҳри Хучанди бостонӣ баргузор гардид, оғози дигаргуниҳо дар кишварамон маҳсуб мешавад.

Онро метавон сессияи тақдирсоз қаламдод кард. Зеро дар ин ичлосия раванди сулҳу ваҳдатфарӣ шурӯъ гардида, муҳтарам Эмомали Раҳмон Раиси Шурои Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон интиҳоб гардиданд.

Кулли масъалаҳои мушкили пешорӯи ҷомеаи навини Тоҷикистон истода, дар ин ичлосия матраҳ шуда, вакилони мардумӣ бо қамоли масъулияти таърихӣ ҳар як масъаларо баррасӣ мекарданд ва пешниҳодоти ифодакунандаи манфиатҳои миллӣ ва давлатиро рӯи қор меоварданд. Ва аз нуқтаи назари масоили мубрами рӯз муҳокима шуда, сохторҳои фалаҷшудаи давлатӣ, аз ҷумла вазоратҳо, кумитаҳо ва ғайра барқарор гардида, аз ин ичлосияи таърихӣ раванди миллатсозию давлатсозӣ низ ибтидо гирифт.

Чун дар мамлакат сулҳу салоҳ барқарор ва пойдор гашт, ҳукумати Тоҷикистон ва Роҳбари Олии кишвар барои пешрафти мамлакат камар баста, марҳила ба марҳила ба тарҳрезии барномаҳои азим пардохтанд. Раҳой ёфтани аз бунбасти коммуникатсионӣ, таъмини амнияти озуқаворӣ ва расидани ба истиклолияти энергетикӣ аз ҷумлаи он се лоиҳаҳои бузурге буданд, ки тадричан амалӣ шуданд ва сол ба сол амалӣ мегарданд. Аммо дар Паёми имсола ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон Президенти мамлакат солҳои 2022 - 2026 - ро панҷсолаи “Солҳои рушди саноат” эълон карданд, ки ин давоми мантикии лоиҳаҳои пешин оид ба рушди кишвар маҳсуб меёбад.

Ба ҳамагон маълум аст, ки бе рушди бемайлони соҳаи саноат мамлақати мо дар сафи кишварҳои кишоварзии ақибмондаи ҷаҳон боқӣ мемонад. Барои ҳамрадифу ҳамқадами мамолики пешрафтаи олам шудан, Тоҷикистонро зарур аст, ки ба рушди соҳаи саноат, дар навбати аввал ба истихроҷи маъданҳои зеризаминӣ, хоса саноати сабук эътибори ҷиддӣ диҳад. Лекин соҳаи саноатро, чи дар гузашта ва чи имрӯз, бе қувваи фаровони барқ тараққӣ додан амри маҳол аст. Аз ин сабаб, ҳанӯз аз оғози солҳои 2000- ум Пешвои миллат ба инкишофи рушди соҳаи тавлиди барқ, хоса барқи тоза аҳамияти қалон меоданд.



Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми хеш оид ба рушди босуръати гидроэнергетикӣ гуфтаанд, ки «... рушди имрӯзу фардои тамоми соҳаҳои иқтисоди миллӣ аз истифодаи боигарии асосии мамлакатамон, яъне захираҳои гидроэнергетикӣ вобастагии бузург дорад... Аз ин лиҳоз, мо бунёди неругоҳҳои барқи обиро мавриди ҳалли мушкилоти иқтисодиву иҷтимоӣ ва афзоиши неруи содиротии кишвар медонем».

Мо дар ёд дорем, ки баҳри таъмини аҳолии куҳандиёри тоҷик бо неруи арзону аз лиҳози экологӣ тозаии барқ, афзоиши иқтидорҳо ва ноил гардидан ба истиқлолияти комили энергетикӣ давоми 31 соли соҳибистиқлолӣ сохтмону ба истифодадиҳии як қатор иншооти бузурги тавлидотии неруи барқ ба роҳ монда шуд, ки дар сарҳати ин феҳраст номи неругоҳи барқи оби «Роғун» қарор мегирад.

Истиқлолияти давлатӣ муваффақияти бузург ва дар навбати худ ифтихори ҳар яки мо шаҳрвандони Тоҷикистон мебошад. Маҳз дар ҳамин давра мо ҳамзамон бо ташаққули ҷомеаи демокративу ҳуқуқбунёд ба муваффақиятҳои бузург дар соҳаҳои иқтисод, аз он ҷумла электроэнергетика ноил гардидем.

Дар ин муддат, давлату Ҳукумат ва миллати сарбаланди мо дастуру ҳидоятҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмонро сармашқи фаъолияти худ қарор дода, баҳри ҳалли мушкилоти энергетикӣ, расидан ба истиқлолияти энергетикӣ ва равшану ҷароғон намудани хонадони ҳар яке аз шаҳрвандон камари ҳиммат бастанд. Дар натиҷа имрӯз ба чунин комёбӣ расидем.

Маҳз дар ин давра, дар соҳаи электроэнергетикаи ҷумҳурӣ 20 лоиҳаи сармоягузори бо ҷалби зиёда аз 2 млрд.доллари ИМА татбиқ гардиданд. Муҳимтарин дастовардҳои соҳаи ин иқтидорҳои нави тавлиди неруи барқ ба монанди неругоҳҳои барқи оби «Сангтӯда-1» (иқтидораш 670 МВт), «Сангтӯда-2» (220 МВт), «Помир 1» (28 МВт), Маркази барқу гармидиҳии Душанбе 2 (иқтидораш 400 МВт), сохтмони зеристгоҳҳои барқии 500 кВ «Душанбе 500», «Суғд 500», хати интиқоли барқи 500 кВ «Ҷануб– Шимол» (ба масофаи 264 км), зеристгоҳҳои барқии 220 кВ «Лолазор», «Хатлон», «Айнӣ», «Шаҳристон», «Шаҳринав», «Геран 2», «Дастгоҳҳои таксимкунандаи пӯшидаи элегазии 220 кВ дар НБО– и «Норак» ва НБО– и «Қайроқум», хатҳои интиқоли барқи 220 кВ «Лолазор– Хатлон» (ба масофаи 53 км), «Тоҷикистон – Афғонистон» (116 км), «Хучанд– Айнӣ» (83,2 км), «Қайроқум– Ашт» (74 км), «Геран– Румӣ» (78 км), Қайроқум – Суғд (63 км), ва Айнӣ– Рӯдакӣ (95 км) ба масофаи умумии 565,8 км ба шумор мераванд.



Аммо бузургтарин дастоварди мардуми Тоҷикистон дар асри бисту як ин ба қор даромадани ду агрегати нахустини НБО “Роғун” мебошад. Дар ин миён аз оғози фаъолияти ду агрегати нуруғоҳ то ба имрӯз беш аз 4,6 миллиард киловатт соат нуруи барқ истеҳсол гардидааст.

Аслан, талаби ҳамасолаи Пешвои муаззами миллат мухтарам Эмомалӣ Раҳмон, ки на камтар аз 7 фоиз рушд ёфтани иқтисодиёти мамлакатро ба миён мегузоранд, албатта, боиси афзоиш ёфтани талаботи солона ба нуруи барқ дар ҳаҷми ду - дуҷуммӣ фоиз мегардад. Дар солҳои соҳибистиклолӣ ҳамаҷунин шумораи аҳолии мамлакат низ аз 5,5 миллион нафар то 10 миллион нафар расид, ки барои баланд шудани сатҳи сифати зиндагии мардум талаботро ба нуруи барқ торафт бештар мегардонад. Бинобар ин, аз ҷониби Президенти мамлакат тезондани рафти қорҳои сохтмонӣ дар иншооти Нуруғоҳи барқии оби “Роғун” ва пеш аз муҳлати муайянгардида ба анҷом расонидани марҳалаҳои баланд бардоштани сатҳи сарбанд ва то моҳи декабри соли 2024 ба истифода додани агрегати навбатӣ - агрегати 4 уми НБО - и “Роғун” тақозои замон ҳисобида шуд.

Пешвои маҳбуб, мухтарам Эмомалӣ Раҳмон дар сафари навбатии рӯзҳои 12 - 13 июли соли 2022 ба Нуруғоҳи барқии оби “Роғун” вақти суҳбатҳои таъкид карданд, ки барои қорҳои барқарорсозӣ ва сохтмонӣ васлгарии Нуруғоҳи барқии оби “Роғун” дар тӯли солҳои 2008- 2021 аз ҳисоби буҷети давлатӣ ва дигар манбаъҳо беш аз 31 миллиард сомонӣ маблағ равона карда шудааст. Барои идомаи сохтмони нуруғоҳ дар соли 2022 аз ҳисоби маблағҳои буҷети давлатӣ боз 2,6 миллиард сомонӣ пешбинӣ гардидааст.

Ҳоло дар ин сохтмони бузурги аср НБО- и “Роғун” 10 ҳазору 517 нафар қоргар ва қормандони муҳандисиву техникӣ, аз ҷумла 332 нафар мутахассисони хориҷӣ фаъолият мекунанд. Теъдоди мошини механизмҳои, ки дар қараёни сохтмон истифода мекунанд, ба 3219 адад расидааст.

Қаноби Олӣ, мухтарам Эмомалӣ Раҳмон дар сафари навбатӣ, баъди шиносӣ аз рафти қорҳои сохтмонӣ ва сӯҳбат бо қоргарону мутахассисони нуруғоҳ ҷунин иброз доштанд:

“Соли 2021 бори аввал дар таърихи соҳибистиклолии кишвар истеҳсоли нуруи барқ бо 20,6 миллиард кВт*соат расонида шуд, ки дастоварди назарраси соҳа мебошад”

Дар нуруғоҳи барқии оби “Роғун” дар давоми даҳ соли охир аз ҷониби ҳайати қалони қормандони муҳандисию техникӣ ва ҳазорҳо қоргарони ботаҷрибаи ватандӯст маҷмуи қорҳои зиёди сохтмонӣ иҷро гардиданд. Имрӯзҳо бошад, сохтмони ин иншооти аср дар ҳошияи дастури супоришҳои нави Пешвои миллат босуръат идома дорад. Умед аст, ки бинокорон агрегатҳои



навбати НБО “Роғун” ро дар мӯҳлатҳои таъиншуда бо сифати баланд сохта ба истифода медиҳанд.

Эмомалӣ Раҳмон 13 июли соли 2022, баъди шиносӣ аз чараҳои корҳои сохтмони НБО “Роғун”, дар суҳанронияшон чунин гуфтанд:

“Вобаста ба татбиқи марҳилаи навбати корҳои сохтмон, хусусан то сатҳи 1185 метр аз сатҳи баҳр баланд бардоштани сарбанд ва пур кардани обанбори неругоҳ нақшаи кӯчондани аҳоли барои солҳои 2021- 2025 амалӣ гардида истодааст. Инчунин, соли 2021 лоиҳаи бунёди роҳи мошингарди Роғун- Обигарм - Нуробод ба маблағи умумии 383 миллион доллар, яъне қариб чор миллиард сомонӣ оғоз гардида, татбиқи он то баланд гардидани сатҳи оби обанбори неругоҳ дар се марҳила ба анҷом расонида мешавад”.

Маълум аст, ки Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги гидроэнергетикӣ мебошад, ки яке аз манбаъҳои асосии барқароршавандаи энергия ва истеҳсоли “энергияи сабз” аст. 98% нури барқи мамлакат бо истифода аз захираҳои об истеҳсол мегардад ва Тоҷикистон аз рӯи ҶиЭИ истеҳсоли “энергияи сабз” дар ҷаҳон дар ҷойи шашум аст.

Дар Роғун дар идомаи суҳанронӣ Пешвои миллат бо нигаронӣ иброз доштанд: “Бо дарназардошти зарурати таъмин намудани талаботи мунтазам афзоянда бо нури “барқи тоза” дар кишвар ва минтақа мо ният дорем, ки дар оянда боз дахҳо неругоҳҳои барқи оби бузургу миёна, аз ҷумла Неругоҳи барқи оби “Шӯроб” - ро бо истифодаи ширкатҳо ва таҷрибаву малакаи коргарону мутахассисони дар сохтмони неругоҳи барқи оби “Роғун” саҳмдошта бунёд намоем. Яъне имрӯз бо шарофати бунёдкорони Неругоҳи барқи оби “Роғун” Тоҷикистони мо ба кишвари энергетикҳо табдил ёфтааст, ки бо донишу таҷриба ва маҳорату малакаи онҳо дар оянда ба хоҳири пешрафти кишвар ва зиндагии осудаи мардуми тоҷик дахҳо иншооти энергетикӣ дигар сохта, ба истифода супорида мешаванд.

Мувофиқи нақша бар иловаи навбати аввали НБО “Роғун”, дар ояндаи наздик бунёди дигар иншооти тавлиди нури барқ, ба монанди “Себзор” (11 МВт), тадқиқи неругоҳи барқи оби “Норак”, “Сарбанд”, “Қайроққум” ва сохтмони хатҳои интиқоли барқи 500 кВ дар ноҳияҳои тобеи марказ (200 км) ва “CASA-1000” (252 км), барқарорсозии зеристгоҳи барқии 220 кВ “Равшан”, ҷорӣ намудани низоми автоматии идоракунӣ ва назорати нури барқ дар вилояти Суғд, Хатлон ва ноҳияҳои тобеи марказ пешбинӣ гардидааст.

Айни замон, вобаста ба татбиқи лоиҳаҳои “Сохтмони неругоҳи барқи ҳароратии “Фон– Яғноб ” ва сохтмони неругоҳи барқи оби “Шӯроб”, ”Айнӣ”, ”Санобод”, ”Нуробод– 1” Нуробод – 2” ва ”Фондарё” корҳои таҳқиқотию ҷустуҷӯӣ идома доранд. Кишвари мо дорои захираҳои бузурги нури обӣ буда, дар ҳолати истифодаи пурраи ин иқтидор дар ояндаи наздик



метавонад ба давлатҳои ҳамсоя неруи барқро ба андозаи боз ҳам зиёд интиқол дода, вазъияти молиявии худро ба маротиб беҳ намояд.

Дар Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 дар соҳаи энергетикаи мамлакат консепсияи нав таҳия шудааст, ки натиҷаи амалишавии он чунин нишон дода шудааст:

Рушди соҳаи электроэнергетика аз рӯи консепсияи мазкур таъмин карда мешавад, аз ҷумла:

1) Иқтидори лоиҳавии низоми электроэнергетикаи кишвар ба 10 ГВт расонида мешавад;

2) Содироти солонаи неруи барқ ба кишварҳои минтақа ба 10 миллиард кВт*соат расонида мешавад;

3) Диверсификатсияи иқтидорҳои низоми электроэнергетикаи ҷумҳурӣ тавассути зиёд кардани иқтидори дигар манбаъҳои энергия, аз ҷумла, ангишт, нафту газ ва манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар ҳаҷми на камтар аз 10% таъмин карда мешавад;

4) Талафоти неруи барқ дар ҷумҳурӣ то 10% паст карда мешавад.

Дар маҷмӯъ, мо метавонем, ҳулоса намоем, ки сиёсати давлатӣ дар соҳаи энергетикаи кишвар дар замони истиқлоли давлати ба комёбиҳои бузург ноил гардида, дар ояндаи наздик бунёди силсиланеругоҳҳои обӣ дар кишвар идома ёбад.

Адабиёти истифодашуда.

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат мухтарам Эмомалӣ Раҳмон “Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ” 21.12.2021

2. Валаматзода Т.Ғ. Анализ электроэнергетического баланса Республики Таджикистан на ближайшую перспективу. Журнал “Неру”. № 5, 2021



Бахши 3
ДУРНАМОИ ИСТИФОДАИ ЭНЕРГЕТИКАИ ГАРМОЙ ВА ТАМОЮЛҲОИ
МУОСИР

Секция 3
ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

УДК 536.2

Гуломов М.М., Файзуллозода С.К., Хушвахтзода С.С.

**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРЯЖЕННОГО СВОБОДНО-
КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ЗАМКНУТОЙ ПОЛОСТИ С
ТРЕУГОЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ ОБЪЕМНОГО ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ**

Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни

1. Введение

В настоящее время, вследствие интенсивного развития сферы микро- и радиоэлектроники, вопросы, связанные с отводом тепла в замкнутых областях и каналах, являются наиболее актуальными. Для всестороннего изучения отмеченных задач необходимо учесть определяющие физические процессы, протекающие в рассматриваемых системах. Как правило, вклад в теплоперенос вносят все режимы передачи тепла, поэтому необходимо учитывать совместные эффекты теплопроводности, конвекции и излучения. Однако в настоящий период времени сложный теплообмен изучен недостаточно подробно вследствие сложности комплексных исследований такой задачи. В свою очередь, именно отмеченные режимы, объединяющие основные механизмы переноса энергии, в природе и технике встречаются наиболее часто. Процессы переноса массы и энергии вследствие естественной конвекции в замкнутой полости исследованы достаточно широко. Имеется множество различных работ по данной тематике. В работе [1] проводились исследования турбулентной естественной конвекции в двумерном, трехмерном и квазидвумерном приближениях. Авторы оценивали возможность применения данных двумерной или квазидвумерной задач для описания пространственных процессов. В результате было отмечено, что двумерные расчеты слабо сопоставимы с трехмерными, а данные квазидвумерного приближения качественно воспроизводят зависимость числа Нуссельта от толщины полости, но значения



чисел Нуссельта меньше на 30%. В [2] проведено численное исследование влияния пористого слоя на естественную конвекцию наножидкости в открытой полости с горячей вертикальной стенкой. Авторы отмечают возможность интенсификации теплообмена с ростом концентрации наночастиц при условии близости пористого слоя и греющей стенки. Экспериментальное и численное исследование режимов естественной конвекции воздуха внутри наклонной полости проведено в [3]. В качестве рабочей области была рассмотрена замкнутая квадратная полость с боковыми изотермическими стенками-нагревателями. В середине нижней стенки располагался охладитель, установленный заподлицо. В процессе численного моделирования и экспериментального анализа авторы варьировали температуры нагревателя и охладителя, а также угол наклона полости. Помимо исследования конвективного механизма переноса энергии в представленной области была рассмотрена модель конвективно-радиационного теплопереноса. В [4] проведено математическое моделирование нестационарного конвективного теплопереноса в замкнутой вращающейся полости с локальным источником энергии квадратной формы. Авторы детально проанализировали развитие термогидродинамических структур в условиях вращения рассматриваемой полости разной интенсивности. Относительно сопряженных задач конвективно-радиационного теплопереноса можно отметить, что такие работы являются наиболее интересными вследствие взаимодействия различных видов передачи энергии. В настоящее время имеются исследования, посвященные сопряженной турбулентной естественной конвекции и поверхностному излучению [5, 6], а также сложному теплообмену в случае ламинарных режимов в двумерном и трехмерном приближении с локальными источниками энергии [7–9]. В представленной работе был проведен детальный численный анализ сложного (конвективнокондуктивно-радиационного) теплообмена в замкнутой квадратной полости с локальным источником энергии треугольной формы. При исследовании полученных результатов особое внимание было уделено эволюции термогидродинамических структур, влиянию приведенной степени черноты нагревателя и внутренних стенок области на теплоперенос.

2. Математическая модель и метод решения

Область решения рассматриваемой задачи представляет собой замкнутую квадратную полость с вертикальными изотермическими стенками постоянной минимальной температуры T_c (рис.1). Горизонтальные стенки считались адиабатическими. В центральной части нижней стенки рассматриваемой полости находился локальный источник объемного тепловыделения Q треугольной формы. Внутри полости находится ньютоновская несжимаемая



жидкость с постоянными теплофизическими свойствами, удовлетворяющая приближению Буссинеска. В качестве материала нагревательного элемента был выбран кремний, так как именно он наиболее широко используется при создании микропроцессоров. Среда внутри полости считалась прозрачной для излучения. Все внутренние стенки, а также поверхность источника энергии считались диффузно-серыми.

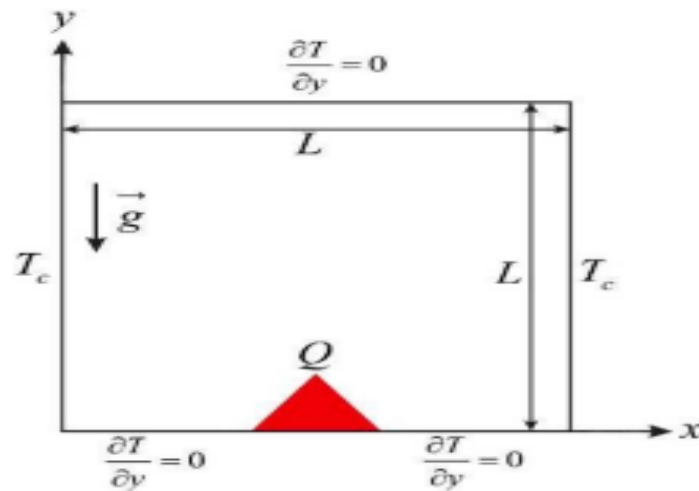


Рис. 1. Область исследования

Для описания процессов переноса массы, импульса и тепловой энергии используется система нестационарных двумерных уравнений Навье-Стокса, записанная в приближении Буссинеска [10].

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Omega}{\partial \tau} + \frac{\partial \Psi}{\partial Y} \frac{\partial \Omega}{\partial X} - \frac{\partial \Psi}{\partial X} \frac{\partial \Omega}{\partial Y} = \\ = \sqrt{\frac{Pr}{Ra}} \left(\frac{\partial^2 \Omega}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial Y^2} \right) + \frac{\partial \Theta}{\partial X}, \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2} = -\Omega, \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{\partial \Psi}{\partial Y} \frac{\partial \Theta}{\partial X} - \frac{\partial \Psi}{\partial X} \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = \\ = \frac{1}{\sqrt{Pr \cdot Ra}} \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} \right). \end{aligned} \quad (2.3)$$



Для описания процесса теплопереноса в источнике тепловыделения используется следующее уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = \frac{a_w / a_f}{\sqrt{Pr \cdot Ra}} \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} + Os \right). \quad (2.4)$$

Для определения плотности радиационного потока использовался подход, основанный на вычислении плотности потока эффективного излучения, заключающийся в решении следующих уравнений [12]:

$$Q_{rad} = R_k - \sum_{i=1}^N F_{k-i} R_i, \quad (2.5)$$

$$R_k = (1 - \epsilon_k) \sum_{i=1}^N F_{k-i} R_i + \epsilon_k (1 - \zeta)^4 \left(\Theta_k + 0.5 \frac{1 + \zeta}{1 - \zeta} \right)^4. \quad (2.6)$$

Для учета радиационной составляющей в процессе теплообмена между поверхностями важно учитывать всё падающее на поверхность и отраженное от нее излучение. Поверхности считаются диффузно-серыми и разбиваются на N малых участков, для которых формулируется условие теплового баланса. Отраженное и собственное излучение объединяются в одно эффективное излучение R_k . Важную роль в распределении тепла играет геометрия системы. Для оценки этого параметра вычисляются угловые коэффициенты излучения. Угловой коэффициент F_{k-i} определяет долю энергии излучения, которая передается с k-й поверхности на i-ю. Плотность потока результирующего излучения определяется как разность эффективного излучения участка “k” и суммы долей потоков эффективного излучения всех участков системы, достигающих данной k-й поверхности. В уравнениях (2.1)–(2.6) использовались следующие параметры: X, Y – безразмерные декартовы координаты; τ – безразмерное время; Θ – безразмерная температура; Ψ – безразмерная функция тока; U, V – безразмерные составляющие вектора скорости в проекциях на оси X, Y, соответственно; Ω – безразмерная завихренность скорости; a_f – коэффициент температуропроводности среды, заполняющей полость [м²/с]; a_w – коэффициент температуропроводности материала источника энергии [м²/с]; Q_{rad} – безразмерная плотность радиационного потока; F_{k-i} – угловые коэффициенты; ϵ – степень черноты поверхности стенок и источника тепла; $\Theta / T_{Th} \zeta = -$ температурный параметр; $3 Ra g TL a = \beta \Delta v f$ – число Рэлея; ν – коэффициент кинематической вязкости [м²/с]; β – температурный коэффициент объемного расширения [К⁻¹]; g – ускорение свободного падения [м/с²]; L – характерный размер полости [м]; ΔT – перепад температур [K]; $Pr =$



ν / a_f – число Прандтля; $Os = QL^2 / (\lambda_n \Delta T)$ – число Остроградского; λ_w – коэффициент теплопроводности материала источника энергии [Вт/(м·К)]; Q – плотность объемного тепловыделения источника энергии [Вт/м³]. Граничные условия для представленной задачи (2.1)–(2.6) имели следующий вид: – на вертикальных стенках $X = 0, X = 1$:

$$\Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial X} = 0, \quad \Theta = 0;$$

– на горизонтальных стенках $Y = 0, Y = 1$:

$$\Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial Y} = 0, \quad \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = \pm N_{rad} Q_{rad};$$

– на поверхности источника энергии:

$$\Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial n} = 0, \quad \frac{\lambda_w}{\lambda_f} \frac{\partial \Theta_w}{\partial n} = \frac{\partial \Theta_f}{\partial n} - N_{rad} Q_{rad},$$

где N_{rad} – радиационно-кондуктивный параметр; λ_f – коэффициент теплопроводности внутренней среды [Вт/(м·К)]. В начальный момент времени предполагалось, что среда внутри рассматриваемой области находится в состоянии покоя ($\Psi = \Omega = 0$), начальная температура внутри области считалась равной 0.5. В следующий момент времени мгновенно задавались представленные выше граничные условия.

Представленная краевая задача (2.1)–(2.6) решалась с помощью метода конечных разностей на равномерной сетке. Для аппроксимации конвективных слагаемых использовалась монотонная аппроксимация Самарского [13], для диффузионных слагаемых – центральные разности. Уравнения параболического типа (2.1), (2.3) и (2.4) решались на основе локально-одномерной схемы А.А. Самарского, позволяющей перейти от двумерной задачи к двум одномерным задачам. Полученная в результате аппроксимации система линейных алгебраических уравнений решалась методом прогонки. Разностные уравнения эллиптического типа (2.2), (2.5) и (2.6) были решены методом последовательной верхней релаксации. Для определения угловых коэффициентов Fk_i был использован метод натянутых нитей Хоттеля [14, 15]. В целях оптимизации вычислений были проведены тестовые расчеты при $Ra = 105$, $Os = 1$, $Pr = 0.7$, $\varepsilon = 0.6$ на нескольких сетках с различным количеством узлов. В результате самой оптимальной была выбрана сетка размерностью 150×100. На рис. 2 приведены сравнения локальных и интегральных



параметров на разных стеках. Можно заметить, что отличия выбранной сетки от наиболее подробной сетки являются незначительными.

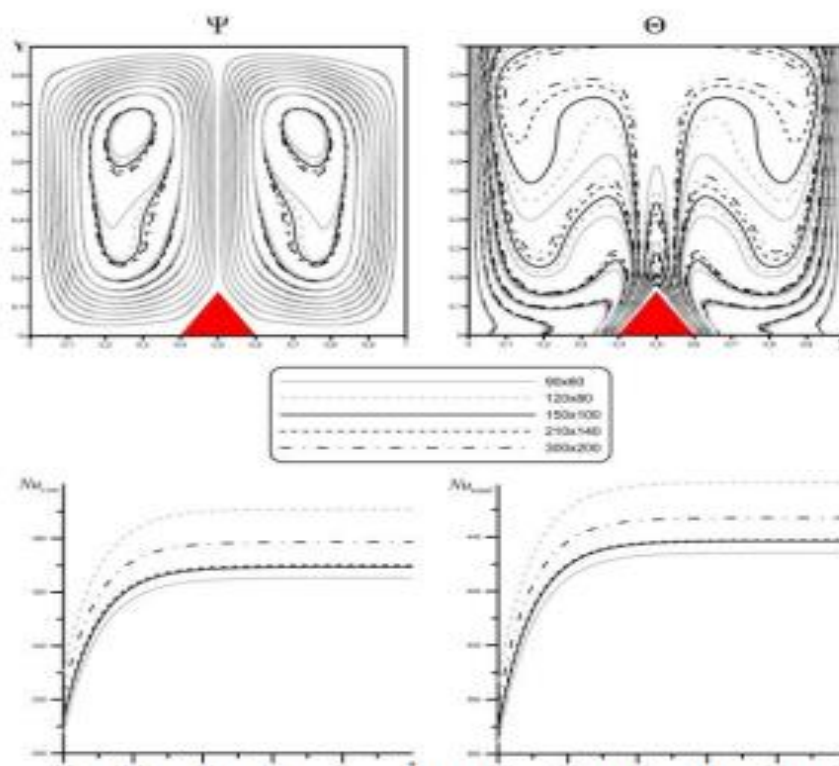


Рис. 2. Влияние сеточных параметров на изолинии функции тока Ψ , изолинии температуры Θ , среднего конвективного (Nu_{conv}) и среднего полного (Nu_{total}) чисел Нуссельта

3. Результаты численного моделирования

Представленная краевая задача была численно решена при следующих значениях безразмерных параметров: $0 \leq \varepsilon \leq 0.9$; $0 \leq \tau \leq 6000$; $Ra = 105$; $Pr = 0.7$; $\lambda_w = 150$ Вт/(м·К); $\lambda_f = 0.026$ Вт/(м·К); $N_{rad} = 77.87$. Особое внимание было уделено анализу влияния фактора нестационарности, а также приведенной степени черноты на структуру течения и теплообмен в полости. На рис. 3 изображены изолинии функции тока Ψ и изотермы Θ для различных значений степени черноты ε . Можно отметить, что в рассматриваемой полости формируется конвективное течение симметричное относительно центра области вследствие центрального расположения источника тепловыделения. В верхней части области зарождаются ядра конвективных ячеек, ориентированные под углом, соответствующим наклону стенок



нагревательного элемента. Как видно из рисунка, изотермы достаточно наглядно отражают распределение тепловой энергии внутри области. При отсутствии излучения (рис 3, а) область прогревается наиболее интенсивно. Можно проследить характер распределения энергии в полости, когда тепловой факел, отходя от нагревателя, достигает верхней адиабатической стенки и начинается более интенсивное распределение тепла в горизонтальном направлении. Далее происходит взаимодействие с холодным фронтом, исходящим от боковых охлаждающих стенок, и массы прогретого воздуха начинают опускаться вниз вдоль холодных стенок. При введении дополнительного механизма переноса тепла – излучения температурный рост внутри полости снижается при постепенном увеличении степени черноты (рис. 3, б–г). Такие изменения можно объяснить способностью стенок поглощать и отдавать тепло более интенсивно.

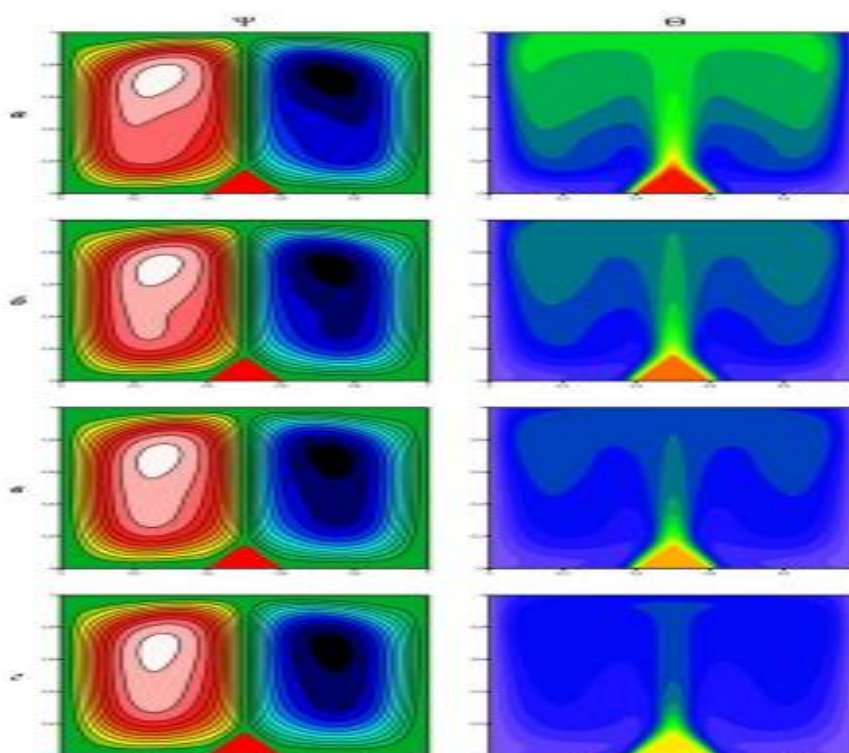
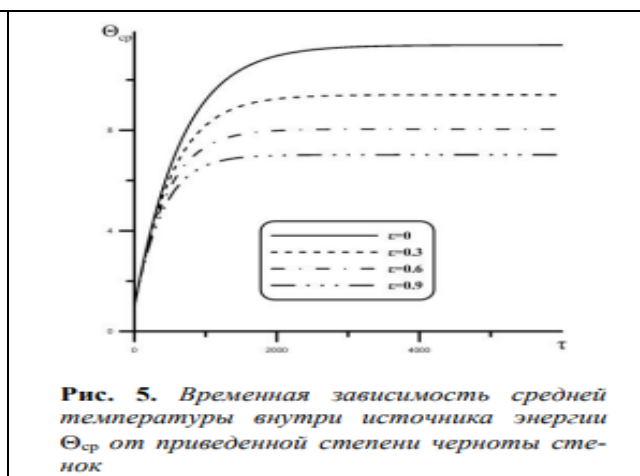
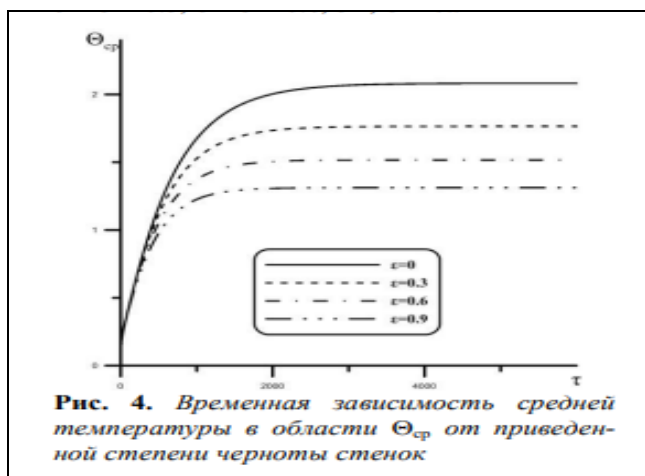


Рис. 3. Изолинии функции тока Ψ и изотермы Θ при $Ra = 10^5$, $\tau = 6000$: а – $\varepsilon = 0$, б – $\varepsilon = 0.3$, в – $\varepsilon = 0.6$, г – $\varepsilon = 0.9$



Также влияние приведенной степени черноты стенок области и источника можно оценить с помощью анализа средней температуры в области (рис. 4) и внутри нагревателя (рис. 5). Оценивая средние температуры, можно подтвердить сделанный выше вывод о влиянии поверхностного излучения стенок на интенсивность теплообмена как внутри области, так и в нагревателе. На рис. 6 представлена эволюция изолиний функции тока Ψ и температуры Θ . Как можно заметить из рисунка, в начальный момент времени (рис. 6, а) происходит кондуктивный нагрев зоны вблизи локального источника энергии. Около стенок нагревателя начинают формироваться конвективные ячейки. Структура вихрей симметрична относительно центральной вертикальной оси, и циркуляция среды внутри этих зон отражает зарождение восходящих течений около нагретых поверхностей источника энергии. При дальнейшем прогреве области (рис. 6, б) форма вихрей, а также структура ядер конвективных течений изменяются. Над нагревателем начинает формироваться тепловой факел. В момент времени $\tau = 10$ (рис. 6, в) вихревое течение заполняет большую часть полости, а ядра конвективных ячеек смещаются в верхнюю ее часть. Толщина теплового факела уменьшается с ростом вертикальной зоны проникновения. При дальнейшем увеличении времени (рис. 6, в–е) происходит значительный прогрев области решения. Ядра конвективных ячеек вытягиваются, приобретая сначала овальную форму, а затем смещаются к верхней части полости и располагаются под некоторым углом к вертикальной оси. Структура теплового факела также модифицируется, достигая верхней границы области, тепловые потоки начинают распределяться вдоль верхней стенки и затем опускаются в нижнюю часть полости.

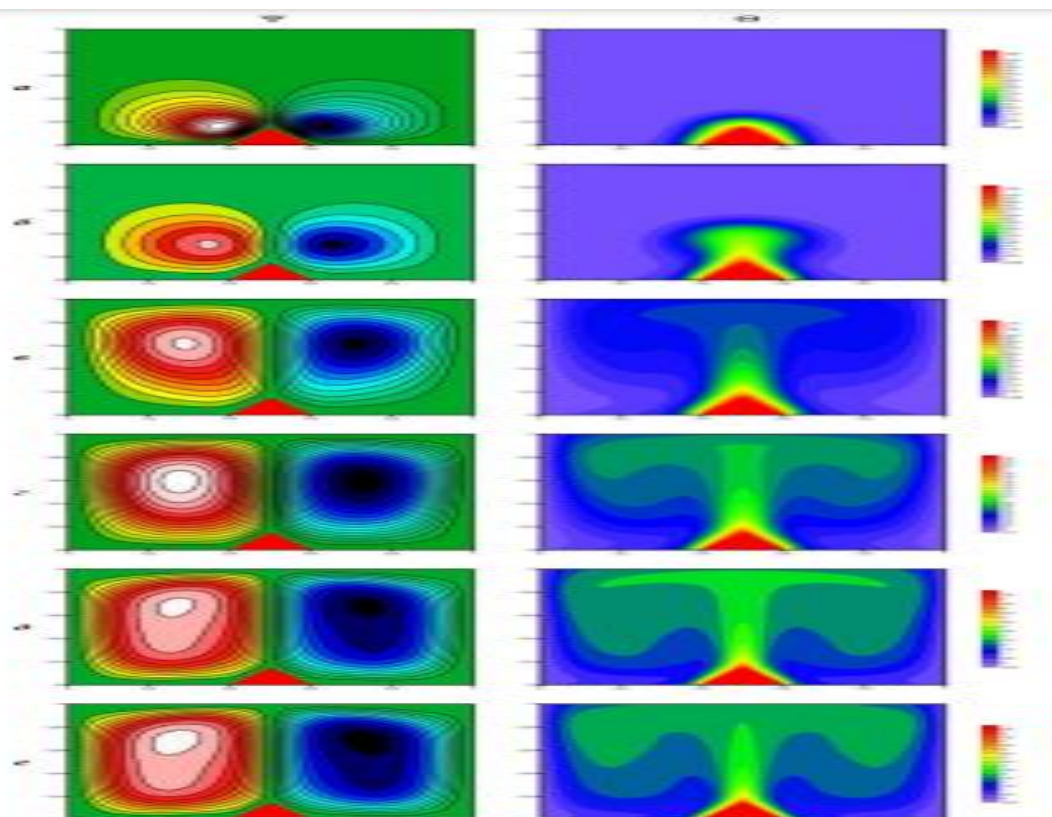


Рис. 6. Изолинии функции тока Ψ и температуры Θ при $Ra = 10^5$, $\varepsilon = 0.6$ в различные моменты времени: а – $\tau = 1$, б – $\tau = 3$, в – $\tau = 10$, г – $\tau = 100$, д – $\tau = 1000$, е – $\tau = 6000$

4. Заключение

Выполнено численное исследование сопряженной естественной конвекции и поверхностного излучения в замкнутой квадратной полости при наличии локального источника объемного тепловыделения треугольной формы. Проведен детальный анализ полученных распределений локальных и интегральных параметров, описывающих особенности гидродинамики и теплопереноса в рассматриваемой области. Было отмечено влияние излучения на характеристики теплообмена в полости и в источнике энергии. Изменение степени черноты полости не только позволяет управлять температурными режимами, но и, главное, уменьшать температуру внутри тепловыделяющего элемента. Показана динамика развития полей функции тока и температуры. Установлены зависимости формы теплового факела и структуры течения от времени. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента для молодых ученых МД-2819.2017.8.



Список литературы

1. Теймуразов А. С. Турбулентный конвективный теплоперенос в тонких вертикальных слоях жидкости // Вестник Пермского университета. Физика. 2016. Вып. 1 (32). С. 18–24. DOI: 10.17072/1994-3598-2016-1-18-24.
2. Miroshnichenko I. V., Sheremet M. A., Oztop H. F. Abu-Hamdeh N. Natural convection of aluminawater nanofluid in an open cavity having multiple porous layers // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2018. Vol. 125. P. 648–657. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.04.108
3. Leporini M., Corvaro F., Marchetti B., Polonara F., Benucci M. Experimental and numerical investigation of natural convection in tilted square cavity filled with air // Experimental Thermal and Fluid Science. 2018. Vol. 99. P. 572–583. DOI: 10.1016/j.expthermflusci.2018.08.023
4. Михайленко С. А., Шеремет М. А. Моделирование конвективного теплопереноса во вращающейся замкнутой полости с локальным источником энергии // Вестник Пермского университета. Физика. 2017. Вып. 1 (35). С. 19–25. DOI: 10.17072/1994-3598-2017-1-19-25
5. Мирошниченко И. В., Пахомов М. А., Шеремет М. А. Численный анализ турбулентных режимов сопряженного конвективно-радиационного теплопереноса в замкнутой области со стеклянной стенкой // Вестник Пермского университета. Физика. 2018. Вып. 1 (39). С. 17–25. DOI: 10.17072/1994-3598-2018-1-17-25
6. Miroshnichenko I. V., Sheremet M. A. Radiation effect on conjugate turbulent natural convection in a cavity with a discrete heater // Applied Mathematics and Computation. 2018. Vol. 321. P. 358–371. DOI: 10.1016/j.amc.2017.11.010
7. Kuznetsov G. V., Sheremet M. A. Conjugate natural convection with radiation in an enclosure // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2009. Vol. 52. P. 2215–2223. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.12.006
8. Singh D. K., Singh S. N. Conjugate free convection with surface radiation in open top cavity // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2015. Vol. 89. P. 444–453. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2015.05.038
9. Patil S., Sharma A. K., Velusamy K. Conjugate laminar natural convection and surface radiation in enclosures: Effects of protrusion shape and position // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2016. Vol. 76. P. 139–146. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2016.05.006
10. Gibanov N. S., Sheremet M. A. Natural convection in a cubical cavity with different heat source configurations // Thermal Science and Engineering Progress. 2018. Vol. 7. P. 138–145. DOI: 10.1016/j.tsep.2018.06.004



11. Кузнецов Г. В., Шеремет М. А. Численное моделирование температурных полей узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры и электронной техники // Микроэлектроника. 2009. Т. 38. № 5. С. 344–352.

12. Martyushev S. G., Sheremet M. A. Numerical analysis of conjugate natural convection and surface radiation in an enclosure with local heat source // Computational Thermal Sciences. 2013. V. 5. P. 11–25. DOI: 10.1615/ComputThermalScien.2012006040

13. Алешкова И. А., Шеремет М. А. Математическое моделирование сопряженной термогравитационной конвекции в пористой среде // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2010. Вып. 2. С. 49–56. 14. Siegel R., Howell J. R. Thermal radiation heat transfer. London: Taylor and Francis, 2002. 868 p. 15. Спэрроу Э. М., Сесс Р. Д. Теплообмен излучением. Л.: Энергия, 1971. 296 с.

Джураев Д.С., Сафаров М.М.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДАВЛЕНИЯ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Худжандский политехнический институт

Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,

735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

Тел.: 92-988-88-99, E-mail: juraev77@mail.ru

В настоящем работе приводятся результаты экспериментального исследования теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры (293–423 К), давления (0,101–29,4 МПа) и от воздействия магнитного поля ($0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл). Для измерения теплопроводности исследуемых магнитных жидкостей нами использовано метод лазерной вспышки. На основе экспериментальных данных получены ряд эмпирических уравнений. С помощью которого можно вычислить с погрешностью до 2% теплопроводности не исследованных жидкостей в зависимости от температуры, давления и воздействия магнитного поля, для этого необходимо знать только плотность не исследованных жидкостей.

Ключевые слова: магнитные жидкости, теплопроводность, магнитная поля, давления, температура, плотности.

Магнитные жидкости, представляющие собой коллоиды ферри- и ферромагнетиков, проявляют ряд интересных эффектов при взаимодействии с



внешним полем. Исследованию магнитных жидкостей уделено достаточно большое внимание как со стороны отечественных, так и зарубежных ученых. Физические свойства магнитных жидкостей во многом определяются взаимодействием частиц и происходящими в результате этого (а также при взаимодействии с внешними полями) структурными превращениями в таких средах. В настоящее время некоторые свойства магнитных жидкостей считаются хорошо изученными (магнитные, реологические, оптические и др.).

Нами экспериментально исследовано теплопроводность магнитных жидкостей в зависимости от температуры (298-423 К) метод монотонного разогрева [1-4], давления (0.101-29,4 МПа) и магнитного поля (0-0,3866 10^{-2} , Тл) методом лазерной вспышки [5].

Эксперимент определения теплопроводности магнитных жидкостей методом лазерной вспышки в зависимости от давления и магнитного поля производится следующим образом:

Фронтальная поверхность малого образца формы призмы, т.е. ячейка которая прикреплена на лабораторный штатив, заполняется исследуемым объектом, после чего подвергается облучению. Источником энергии служит лазерная установка ЛГН-109. Изменение температуры на тыльной стороне образца измеряется термопарой, спай которого прикреплен на ячейке, а концы подключены к микровольтнаноамперметру. После нагрева производится отключения лазерной установки и наблюдается самопроизвольное охлаждение образца. Время охлаждения образца фиксируется двухстрелочным секундомером типа С-11-1Б. По шкале зеркального микровольтнаноамперметра отмечается время прохождения светового зайчика между двумя определенными значениями шкалы микровольтнаноамперметра. Лазерная установка ЛГН-109 и микровольтнаноамперметр Ф136 соединяется в сеть напряжением 220 В переменного тока.

Расчет теплопроводности производится по формуле:

$$\lambda = A \cdot C_p \cdot m \quad (1)$$

где A - коэффициент формы

C_p - теплоемкость испытуемого образца

$$m = \frac{\ln \theta_1 - \ln \theta_{21}}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\ln N_1 - \ln N_2}{\tau_2 - \tau_1} \quad \text{- темп охлаждения}$$

здесь θ_1 и θ_2 --разность температур между теплообменивающимися поверхностями вначале $-\tau_1$ и в конце $-\tau_2$ отсчета; N_1 и N_2 та же разность температур, выраженная числом делений шкалы микровольтнано- амперметра.



Результаты расчетов теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры и давления под воздействием магнитного поля приведены в таблице 1-3.

Таблица 1 – Теплопроводности $\lambda, 10^{-3} (Вт/м \cdot град)$ магнитных жидкостей плотностью $\rho = 1027, 1177, 1331 \text{ кг/м}^3$ в зависимости от температуры и давления при $B_1 = 0,1594 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$

$P, \text{ МПа}$ $T, \text{ К}$	0,101	4,9	9,8	14,7	19,6	24,6	29,4
298	92,4	93,68	95,2	96,45	97,8	99,2	100,6
323	91,14	92,4	93,9	95,14	96,45	97,88	99,28
348	89,35	90,6	92,08	93,28	94,56	95,96	97,34
373	87,39	88,6	90,05	91,23	92,48	93,84	95,19
398	84,9	86,07	87,48	88,6	89,83	91,16	92,47
423	82,2	83,35	84,7	85,8	86,99	88,28	89,55

Таблица 2 - Теплопроводности $\lambda, 10^{-3} ((Вт/(м \cdot град)))$ магнитных жидкостей плотностью $\rho = 1027, 1177, 1331 \text{ кг/м}^3$ в зависимости от температуры и давления при $B_1 = 0,2789 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$

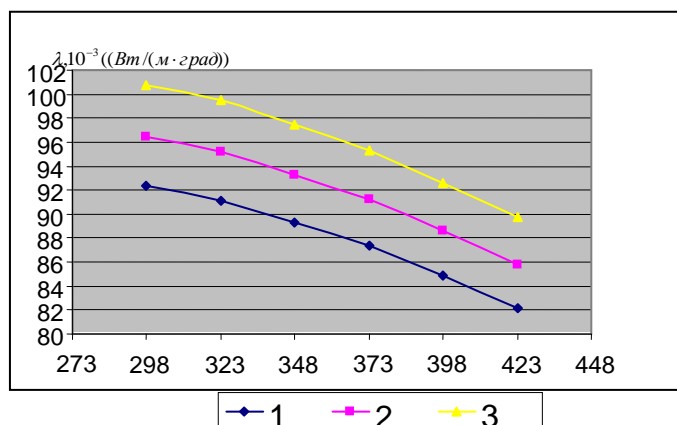
$P, \text{ МПа}$ $T, \text{ К}$	0,101	4,9	9,8	14,7	19,6	24,6	29,4
298	96,47	97,82	99,24	100,7	102,1	103,6	105,1
323	95,16	96,5	97,9	99,35	100,71	102,2	103,67
348	93,3	94,6	95,98	97,4	98,73	100,2	101,64
373	91,25	92,52	93,87	95,26	96,56	98,0	99,4
398	88,63	89,87	91,18	92,53	93,8	95,2	96,55
423	85,83	87,04	88,3	89,61	90,83	92,2	93,5

Таблица 3 – Теплопроводности $\lambda, 10^{-3} (Вт/м \cdot град)$ магнитных жидкостей плотностью $\rho = 1027, 1177, 1331 \text{ кг/м}^3$ в зависимости от температуры и давления при $B_1 = 0,3866 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$

$P, \text{ МПа}$ $T, \text{ К}$	0,101	4,9	9,8	14,7	19,6	24,6	29,4
298	100,8	102,2	103,7	105,24	106,7	108,26	109,8
323	99,45	100,8	102,3	103,8	105,24	106,8	108,3
348	97,5	98,86	100,3	101,8	103,2	104,7	106,2
373	95,35	96,87	98,1	99,5	101,0	102,4	103,87
398	92,62	94,0	95,3	96,7	98,0	99,47	101,0
423	89,7	91,0	92,27	93,64	94,9	96,33	97,7



Характер изменения теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры, давления и магнитного поля показана на рис 1-3, из которых видно, что с ростом температуры теплопроводность исследуемых объектов уменьшается по линейному закону, а с ростом магнитного поля и давления увеличивается.



1-при $B_1 = 0,1594 \cdot 10^{-2}$ Тл, 2-при $B_1 = 0,2789 \cdot 10^{-2}$ Тл, 3-при $B_1 = 0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл

Рис 1. Зависимость теплопроводности магнитных жидкостей от температуры под воздействием магнитного поля

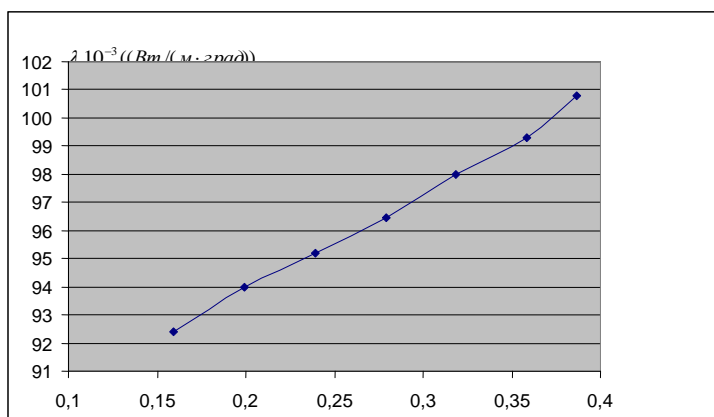
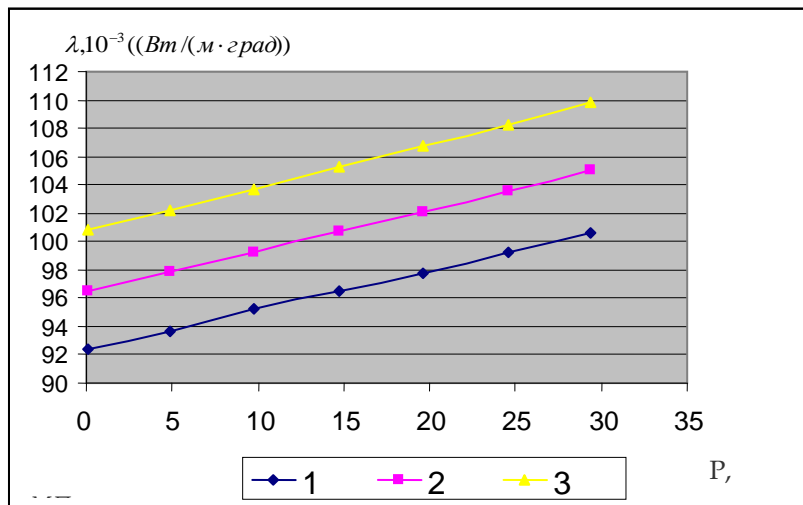


Рис 2. Зависимость теплопроводности магнитных жидкостей от воздействия магнитного поля



1-при $B_1 = 0,1594 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$, 2-при $B_1 = 0,2789 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$, 3-при $B_1 = 0,3866 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$

Рис 3. Зависимость теплопроводности магнитных жидкостей от давления под воздействием магнитного поля

С целью получения расчетного уравнения по теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры и давления под воздействием магнитного поля нами обработаны экспериментальные данные в виде следующей функциональной зависимости :

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{P}{P_1}\right) \quad (3)$$

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{B}{B_1}\right) \quad (4)$$

где λ - теплопроводность испытуемого образца зависимости от температуры, давления и магнитного поля.

λ_1 -теплопроводность испытуемого образца при T_1 , P_1 и B_1 .

T , P , B - температура, давления и магнитное поля при котором проводятся испытание

$T_1 = 348 \text{ К}$ - постоянная температура

$P_1 = 14,7 \text{ МПа}$ - постоянная давления

$B_1 = 0,2789 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ - постоянная магнитная поля

Из уравнения (2), (3) и (4) получим

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left[\left(\frac{T}{T_1}\right) \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right)\right] \quad (5)$$



На основании экспериментальных данных теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры, давления и магнитного поля была выведена следующая формула:

$$\lambda = \left[\left[-0,3957 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + 0,5034 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 0,893 \right] \times \right. \\
 \times \left[1,2768 \cdot 10^{-3} \left(\frac{P}{P_1} \right)^2 + 4,025 \cdot 10^{-2} \left(\frac{P}{P_1} \right) + 0,9579 \right] \times \\
 \left. \times \left[2,08368 \cdot 10^{-2} \left(\frac{B}{B_1} \right)^2 + 6,62 \cdot 10^{-2} \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,91324 \right] \right] \cdot \lambda_1 \quad (6)$$

Значения λ_1 является функцией плотности образца

$$\lambda_1 = f(\rho)$$

Эта функция описывается уравнением:

$$\lambda_1 = -1,272 \cdot 10^{-6} \cdot \rho^2 + 3,2376 \cdot 10^{-3} \cdot \rho - 1,886 \quad (7)$$

где : $\rho, \text{кн/м}^3$ - плотность образца.

Отсюда:

$$\lambda = \left[\left[-0,3957 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + 0,5034 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 0,893 \right] \times \right. \\
 \times \left[1,2768 \cdot 10^{-3} \left(\frac{P}{P_1} \right)^2 + 4,025 \cdot 10^{-2} \left(\frac{P}{P_1} \right) + 0,9579 \right] \times \\
 \times \left[2,08368 \cdot 10^{-2} \left(\frac{B}{B_1} \right)^2 + 6,62 \cdot 10^{-2} \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,91324 \right] \times \\
 \left. \times (-1,272 \cdot 10^{-6} \cdot \rho^2 + 3,2376 \cdot 10^{-3} \cdot \rho - 1,886) \right] \quad (8)$$

С помощью уравнения (8) можно вычислить с погрешностью до 2% теплопроводности не исследованных жидкостей в зависимости от температуры, давления и воздействия магнитного поля, для этого необходимо знать только плотность не исследованных жидкостей.



Литература

1. Мустафаев Р.А. Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояния. -М., 1980.-296 с.
2. Маджидов Х., Двойкин Е.П., Богданов А.И., Зубайдов С., Сафаров М.М. Экспериментальная установка для измерения теплопроводности жидкостей методом монотонного разогрева. Приборостроение, 1989.Т.32.- №12.-С.78-81.
3. Мустафаев Р.А., Ганиев Д.К., Рагимов Р.С. Экспериментальное исследование Р-λ-Т зависимости динонилового эфира янтарной кислоты в широком интервале параметров состояния: Тезисы докладов. 9 Теплофизическая конференция СНГ. Махачкала, 24-28 июня 1992.-С.68.
4. Мустафаев Р.А. Метод монотонного нагрева для исследования теплопроводности жидкостей, паров и газов при высоких температурах и давлениях: Сб. по теплофизическим свойствам жидкостей. -М.: Наука, 1973.-С.112-117.
5. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Под общей редакцией А.В.Клименко и В.М.Зорина. 3-е издание. Издательство МЭИ. Москва 2001г. 560 с

УДК 621.315

Ильясова Ю.К.

ИЗОЛЯЦИОННОЕ МАСЛО НА РАСТИЛЬНОЙ ОСНОВЕ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,

Аннотация:

Трансформаторное масло на растительной основе. Революция в сфере изолирующих жидкостей для трансформаторов. К настоящему времени используется несколько десятков тысяч трансформаторов на основе растительного масла за рубежом. В настоящее время сложилось много трудностей с использованием ТММ, возросли экологические требования по утилизации отработанного масла, рост цен природного сырья для изготовления ТМ так же возрос. Указанные факторы подтолкнули нас к поиску передовых технологий не только для новых, но и для модернизируемых трансформаторов.

Эксперимент

В рапсовом техническом масле содержится свободных жирных кислот 1,34%, водосодержание 0,115%, содержание фосфора - 48 ppm, содержание нерастворимых примесей - 0,01%, содержание нерастворимых примесей -



0,01%, содержание пальмитиновой кислоты - 4,4%, пероксидное число - 2,8%, содержание мыла - 143 ppm, йодное число - 113,1 g J100 g.

Вместе с тем в связи со значительной насыщенностью мирового рынка пищевыми жирами возрастает спрос на непищевое использование рапса в будущем. В последнее время большое внимание уделяется проблемам производства рапсового трансформаторного масла, жидкого топлива из растительных источников. Со временем рапсовое масло может стать решением многих проблем.

Определение пробивного напряжения рапсового технического масла марки СТБ 1486-2004. Одним из основных показателей, характеризующих изоляционные свойства трансформаторных масел в практике их применения, является их электрическая прочность:

$$E = U_{пр} / h$$

где $U_{пр}$ — пробивное напряжение; h — расстояние между электродами.

Пробивное напряжение прямо не связано с удельной проводимостью, но, так же как и она, весьма чувствительно к присутствию примесей. При малейшем изменении влажности жидкого диэлектрика и наличии в нем примесей (так же как и для проводимости) резко уменьшается электрическая прочность. Изменения давления, формы и материала электродов и расстояния между ними влияют на электрическую прочность. В то же время эти факторы на электропроводность жидкости не оказывают влияния.

Чистое трансформаторное масло, свободное от воды и других примесей, независимо от его химического состава обладает высоким, достаточным для практики пробивным напряжением (более 60 кВ), определяемым аппаратом типа АИМ-80 предназначенным для определения пробивного напряжения жидких диэлектриков.

Аппарат рассчитан для эксплуатации в условиях лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях при рабочих значениях температуры воздуха от + 10 до + 35 град. С (предельное значение температуры: верхнее +10 град.С, нижнее +1 град.С). Относительная влажность – не более 80% при + 25 град.С и при более низких температурах, без конденсации влаги, а атмосферное давление в пределах от 630 до 800 мм рт. ст.

Технические данные АИМ-80:

Напряжение питающей сети – 220В.

Частота питающей сети – 50Гц.

Наибольшее вторичное напряжение – 80кВ.

Объем измерительной ячейки – 400 см³.



Наибольшая потребляемая мощность – 0,5кВА.

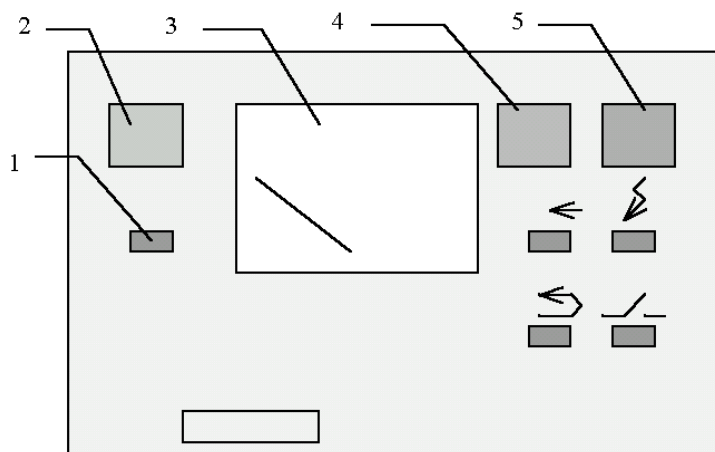
Конструкция аппарата выполнена в виде переносного пульта и включает в себя следующие основные элементы:

- генераторное устройство;
- регулятор напряжения (вариатор) с моторным приводом щетки;
- ячейку измерительную;
- измерительный прибор, сигнальные лампы, реле промежуточное

Генераторное устройство заполнено трансформаторным маслом, уровень которого находится на 8 мм ниже панели (крышки). Герметизация осуществляется с помощью резиновой прокладки. Высокое напряжение от трансформатора выводится посредством специальных изоляторов, которые служат одновременно опорой для установки на них ячейки измерительной.

На лицевой панели аппарата рис. 1 расположены:

Рисунок 1.



Кнопка включения сети

1- Индикатор включения сети (зеленый)

2- Измерительный прибор

3- Индикатор готовности аппарата к включению высокого напряжения (желтый)

4- Включение высокого напряжения (красный)

5- Возврат стрелки прибора в нулевое положение

6- Автовозврат стрелки в нулевое положение после пробоя

7- Кнопка включения высокого напряжения

8- Кнопка прерывания подъема высокого напряжения



С задней стороны аппарата расположены: дверца, обеспечивающая доступ к предохранителям, и клеммы для подсоединения контрольного вольтметра; штепсельный разъем для присоединения кабеля питания аппарата к сети; клемма заземления для присоединения провода заземления к заземленному контуру помещения.

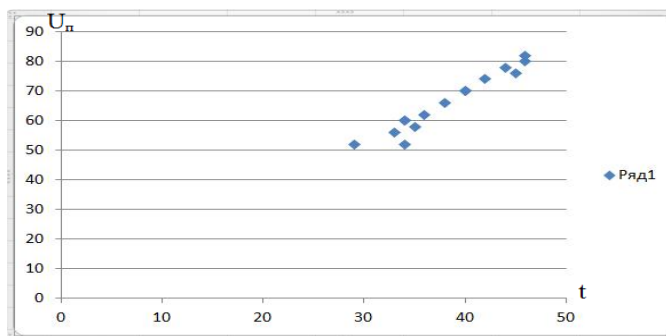
Определение пробивного напряжения масла проводилось в помещении при температуре воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и относительной влажности $65 \pm 15\%$. Перед испытанием проба масла должна быть выдержана до тех пор, пока ее температура не сравняется с температурой помещения. При низких температурах испытываемого масла можно получить заниженные значения пробивного напряжения за счет перехода находящейся в масле влаги из растворенного в эмульгированное состояние. По этой причине при испытаниях горячего масла можно получить необоснованно высокие результаты.

Испытуемое мало заливается в ёмкость для испытаний, где расстояние между электродами составляет не более 2.5 мм, предварительно этим же маслом ополоснули стенки ёмкости и электроды один - два раза для удаления остатков старой пробы и гари с электродов и стенок ёмкости.

Заполненную ёмкость (пробойник) устанавливаем на штатное место в аппарат. До начала испытания масло отстоялось в течение 15 – 20 минут для удаления пузырьков воздуха, который мог попасть в него при переливании.

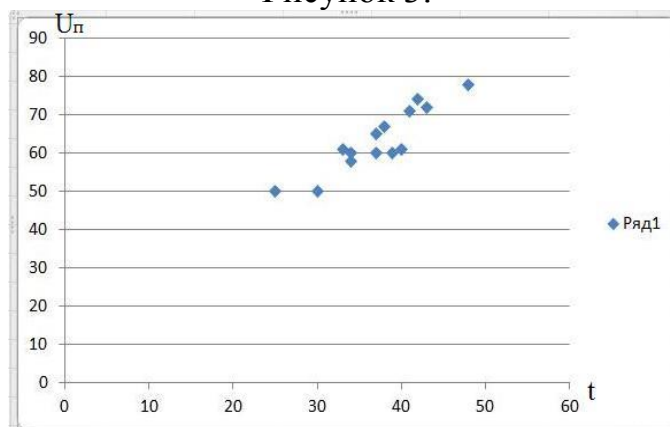
Для начала испытаний необходимо закрыть крышку аппарата и включить аппарат в сеть. При одном заполнении ячейки жидким электроизоляционным материалом осуществили десять последовательных пробоев. Наличие пробоя устанавливалось по возникновению дуги между электродами. Зафиксировав величину пробоя по прибору, сбрасываем напряжение до нуля и выжидаем интервал между измерениями равным пять минут. После каждого пробоя при помощи стеклянной палочки жидкость между электродами осторожно перемешивали для удаления продуктов разложения из межэлектродного пространства, не допуская при этом образования воздушных пузырьков. После проведения десяти пробоев построили график, в котором зафиксировали полученные данные рис. 3.

Рисунок 2



В последующих измерениях пробивного напряжения использовалось тоже масло, но уже с присадкой (агидол). График полученных данных изображен на рис.3.

Рисунок 3.



Вывод

Сравнительные показатели указывают на актуальность задачи по разработке изоляционных масел на растительной основе и электротехнических устройств с такой изоляцией. Возникает необходимость развития данного направления и в России. Применение ТРМ не требует существенных изменений в конструкции трансформатора. Основное требование это лишь герметичность.

Применение регенерируемого и биологически распадающегося растительного масла позволит избежать ненужного риска возникновения пожара. Благодаря высокой температуре горения, возможно на 40% увеличить нагрузочную способность трансформатора, по сравнению с аналогичным залитым минеральным трансформаторным маслом. Это означает, что, в отличие от ТММ, при использовании ТРМ не требуется повышения меры безопасности. Кроме того пожаробезопасные свойства позволяют



эксплуатировать трансформаторы внутри помещений и на других объектах, где недопустимо применение минерального масла.

ТРМ является экологически безопасной альтернативой традиционным трансформаторным жидкостям и классифицируется как легко разлагаемое вещество, безопасное для водных ресурсов. ТММ значительно снижает риск экологической аварии, при утечке оно исчезает естественным путем в течение нескольких дней. Минеральное масло, с другой стороны, классифицируется как токсичный продукт и оно не поддается биохимическому разложению. Более того, благодаря использованию возобновляемого сырья при производстве вырабатывается меньше углекислого газа, чем при производстве трансформаторных жидкостей на основе минеральных масел. После достижения состояния деградации, которое требует его замены, в отличие от минеральных масел, растительное масло может быть восстановлено или утилизировано, а в некоторых случаях можно превратить в биодизельное топливо. Обладая очень высокой влагоустойчивостью ТРМ способно впитывать гораздо большее количество воды, чем минеральное масло или силиконовая жидкость, без ущерба потерь для своих диэлектрических свойств. Способность задерживать большое количество воды, что может замедлить старение целлюлозы. При использовании минерального масла существует опасность выделения из него воды в виде конденсата.

УДК621.31

Исломов И.И., Насуллов У.У.*

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ВА САНОАТИКУНОНИИ БОСУРЪАТИ ТОЧИКИСТОН

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
Тел.: +992928108202. E-mail: ilyos-friend@mail.ru

Калимаҳои калидӣ: соҳаи энергетика, иқтисоди сабз, нерӯгоҳи барқӣ, агрегат, истиклолияти энергетикӣ, рушди устувори иқтисодиёт, иқтидори энергетика, муаммои иқлим

Шарҳи мухтасар: Дар мақола оиди нақши гидроэнергетика дар саноатикунонии босуръати Тоҷикистон маълумот оварда шудааст. Аз маълумоти таърихӣ ва рақамӣ, ки оиди нерӯгоҳҳои электрӣ-обии Тоҷикистон



оварда шудаанд, омӯзгорони муассисаҳои таҳсилоти олий ва миёнаи касбӣ бо мақсадҳои таълимӣ ва тарбиявӣ истифода бурда метавонанд.

Тоҷикистон мамлакати кӯҳӣ мебошад. Дар кӯҳҳои баланд шумораи зиёди пирахҳо ба қайд гирифта шудааст, ки дарёҳои кӯҳӣ аз онҳо ибтидо мегиранд. Массайи оби аз кӯҳ бо суръат ба поён ҷоришаванда дорои энергияи кинетикӣ мешавад. Дар нуругоҳҳои обӣ энергияи механикӣ об тавассути генераторҳои индуксионӣ электромеханикӣ ба энергияи электрӣ табдил дода мешавад. Тибқи ҳисобу китоб захираи солони гидроэнергетикии Тоҷикистон зиёда аз 500 млрд кВт соатро ташкил медиҳад. Бо назардошти захираҳои калон ба гидроэнергетикаи Тоҷикистон тавачҷӯҳи зиёд зоҳир карда мешавад [1]. Нуругоҳҳои барқи обӣ (ГЭС-ҳо) нисбат ба нуругоҳҳои аловӣ (ТЭС-ҳо) афзалият доранд. Зеро НБО-ҳо ба атмосфераи газии CO_2 хориҷ намеkunанд. Муҳити зистро ифлос намеkunанд. Манбаи барқароршавандаи энергия мебошанд. Дар ҳамон як дарёи кӯҳӣ паси ҳам якчанд нуругоҳи электрӣ сохтан мумкин. Энергияи электрӣ нисбати дигар навъҳои энергия афзалияти калон доранд ва бинобар он дар ҳамаи соҳаҳо (истеҳсоли ва иҷтимоӣ) фаровон истифода мешавад [2].

Силсилануругоҳҳо дар дарёи Варзоб. Аввалин нуругоҳи электрии обӣ дар Тоҷикистон дар дарёи Варзоб сохта шудааст. Агрегати (ҷарҳаи) якуми ГЭС-и Варзоб-1 соли 1936 ва агрегати дуюмаш соли 1937 ба кор дароварда шудааст. Иқтидори умумии онҳо солҳои қаблӣ ба 7440 кВт буд. Соли 2012 агрегат ва дастгоҳҳои ёрирасони Варзоб-1 пурра иваз карда шудааст. Дар натиҷа, тавоногии нуругоҳ ба 9500 кВт расидааст. Аз ибтидои кор то соли 2013 нуругоҳи Варзоб-1 ба миқдори 281 миллион кВт·соат энергияи электрӣ истеҳсол намудааст [1].

Соли 1949 нуругоҳи Варзоб-2 ба кор оғоз намудааст. Ин нуругоҳ аз ду агрегат иборат буда тавоногии умумиаш ба 14 400 кВт баробар мебошад. Аз рӯзи ба истифода додан то 1 январи соли 2013 дар нуругоҳи Варзоб-2 ба миқдори 3 миллиарду 763 миллион кВт·соат энергияи электрӣ истеҳсол карда шудааст.

Соли 1952 нуругоҳи Варзоб-3 ба кор оғоз намудааст. Ин нуругоҳ низ аз ду агрегат иборат буда тавоногии умумиаш 3520 кВт мебошад. Дар ин нуругоҳ то 1 январи 2013 ба миқдори 628,5 миллион кВт·соат энергия истеҳсол шудааст. Силсилануругоҳҳои электрии дарёи Варзоб дар низоми (системаи) энергетикӣ Тоҷикистон аввалин мебошад. Алҳол дар ин силсила нуругоҳҳои хурди электрии Ҳазора-1 ва Ҳазора-2, ҳар кадомаш бо иқтидори 250 кВт, кор меkunанд.

Дарёи Сир яке аз калонтарин дарёҳои Осиёи Миёна ба шумор меравад, ки пас аз якҷоя шудани шохобҳояш- Норин ва Қародарё дарёи Сир ном гирифтааст. Бо истифода аз захираҳои гидроэнергетикӣ дарёи Сир дар



ҷумҳуриҳои Қирғизистон, Ўзбекистон ва Тоҷикистон 12 нерӯгоҳҳои электрӣ-обӣ бунёд шудаанд.

Нерӯгоҳи “Дӯстии халқҳо” (Қайроқум) дар дарёи Сир дар наздикии ш.Хучанд (алҳол ш.Гулистон) солҳои 1956-57 сохта шудааст. Сарбанди нерӯгоҳро гидроэнергетикҳои советӣ соли 1956 сохтаанд. Дарозии обанбори нерӯгоҳ - “Баҳри тоҷик” 65 км, васегиаш аз 8 то 20 км (тағйирёбанда) ва масоҳати сатҳи обанбор 513 км² мебошад. Ҳаҷми умумии обанбор, тибқи ҳисоби с. 2009, тақрибан 3 млрд.131 млн. м³, ҳаҷми фойданокаш 2 млрд.390 млн м³ муайян шудааст. Мақсад аз сохтани нерӯгоҳ, аввало танзим ва истифодаи захираи оби дарёи Сир барои кишукор ва дуном истеҳсоли энергияи электрӣ буд. Сохта ба истифода додани нерӯгоҳи “Дӯстии халқҳо” дар ҳалли бисёр масъалаҳои иҷтимоӣ дар Шимоли Тоҷикистон мусоидат намудааст.

Нерӯгоҳи “Дӯстии халқҳо” аз шаш гидроагрегати тавоногии ҳар кадоме 21 000 кВт иборат мебошад. Иқтидори умумии нерӯгоҳ 126 000 кВт-ро ташкил медиҳад. Соли 1956 ду агрегат ва соли 1957 чор агрегат ба кор андохта шудааст [1]. Об аз баландии 18 м меафтад. Ҳангоми бо тавоногии пурра кор кардани нерӯгоҳ аз гидроагрегатҳо дар як сония 177 м³ об мегузарад.

Тибқи маълумоти Ширкати саҳомии холдингии “Барқи тоҷик” дар нерӯгоҳи “Дӯстии халқҳо” то 1 январи соли 2013 ба миқдори 32,86 миллиард кВт·соат энергия истеҳсол шудааст.

Нерӯгоҳҳои дарёи Вахш. Дигар силсиланерӯгоҳҳо дар дарёи Вахш сохта шудаанд. Соли 1954 **нерӯгоҳи Марказӣ** бо иқтидори 18 400 кВт, соли 1959 **нерӯгоҳи Шаршара** бо иқтидори 29 950 кВт, ва солҳои 1962-63 **нерӯгоҳи электрии Сарбанд** бо иқтидори 210 000 кВт сохта ба истифода дода шудааст.

Он солҳо нерӯгоҳи Сарбанд дар Осиёи Миёна пуриқтидортарин нерӯгоҳи электрии обӣ ба ҳисоб мерафт. Бояд тазаққур дод, ки солҳои 2010-13 нерӯгоҳи Сарбанд таҷдид карда шудааст. Дар нерӯгоҳи Сарбанд се агрегати иқтидори ҳар кадомаш 45 000 кВт ва се агрегати тавоногии ҳар кадомаш 35 000 кВт насб карда шудааст. Алҳол иқтидори нерӯгоҳи Сарбанд 240 000 кВт -ро ташкил медиҳад.

Ҳоло бо кӯшиши Ҳукумати Тоҷикистон лоиҳаи таҷдиди навбатии нерӯгоҳи Сарбанд бо маблағи 1,3 миллиард сомони идома дорад ва он соли 2021 ба анҷом расонида мешавад. Дар натиҷа иқтидори пурраи нерӯгоҳ ба 290 000 кВт расонида мешавад [3].

Аз оғози фаъолият то 1 январи 2013 дар нерӯгоҳи Марказӣ 1 млрд 596 миллион кВт·соат, дар нерӯгоҳи Шаршара 10 млрд 609 миллион кВт·соат, дар нерӯгоҳи Сарбанд 45 млрд 730 миллион кВт·соат энергияи электрӣ истеҳсол шудааст.



Неругоҳи электрии Норақ, алҳол, калонтарин неругоҳи амалқунандаи Тоҷикистон ба ҳисоб меравад. ГЭС-и Норақ аз 9 агрегати иқтидори ҳар кадомаш 300 ҳазор кВт-и иборат мебошад. Яъне иқтидори лоиҳавии неругоҳи Норақ ба 2 миллиону 700 ҳазор кВт баробар аст. Сохтмони ГЭС-и Норақ соли 1961 оғоз шудааст. Агрегати аввалини ГЭС-и Норақро 14 ноябри соли 1972 котиби якуми Кумитаи Марказии Ҳизби коммунисти Тоҷикистон Ҷаббор Расулов ба қор андохта буд. Ҳамон сол агрегати дуюм ва соли 1973 агрегати сеюми неругоҳи Норақ ба қор андохта шуданд. Соли 1976 агрегати чорум ва соли 1977 агрегатҳои 5 ва 6 ба қор оғоз карданд. Ниҳоят соли 1978 агрегатҳои 7 ва 8 ва соли 1979 агрегати 9-ум ба қор андохта шудааст.

Соли 1988 ҳамаи 9 ҷарҳаи Норақ таҷдид гардида иқтидори ҳар қадам ба 335 ҳазор кВт ва иқтидори умумии неругоҳ ба 3 миллион кВт (3000 МВт) расонида шудааст. Соли 2019 лоиҳаи навбатии таҷдиди неругоҳи Норақ оғоз шудааст [3]. Неругоҳи электрии Норақ бо ду хати баландшиддати 500 000 В (вольт) ва панҷ хати баландшиддати 220 000 В ба системаи энергетикии Тоҷикистон пайваст мебошад.

Аз рӯзи оғози қор то 1 январи 2013 неругоҳи электрии Норақ ба миқдори 383,933 млрд. кВт·соат энергияи электрӣ истеҳсол намудааст.

Неругоҳи электрии оби **Бойғозӣ** панҷумин неругоҳи электрӣ дар дарёи Вахш мебошад, ки дар он чор агрегати иқтидори ҳар кадомаш 150 ҳазор кВт насб шудааст. Иқтидори умумии неругоҳи **Бойғозӣ** 600 ҳазор кВт мебошад. Се агрегати он соли 1985 ва агрегати чорум соли 1986 ба қор андохта шудааст. Аз оғози фаъолият то 1 январи соли 2013 неругоҳи мазкур ба миқдори 60,096 миллиард кВт·соат энергияи электрӣ истеҳсол намудааст.

Неругоҳи электрии Сангтӯда-1. Неругоҳи электрии Сангтӯда-1 аз аввалин неругоҳи даврони соҳибистиқлолии Тоҷикистон (шашумин неругоҳ дар дарёи Вахш) ба ҳисоб меравад. Неругоҳи мазкур пас аз ба итмом расидани сохтмони неругоҳи **Бойғозӣ** соли 1986 оғоз шуда буд. Лекин бо сабаби пош хӯрдани Иттиҳоди Шӯравӣ сохтмони он нотамо монд. Пас аз ба эътидол омадани вазъи сиёсӣ дар ҷумҳурӣ, бо ибтикороти Ҳукумати Тоҷикистон масъалаи ба итмом расонидани сохтмони неругоҳи Сангтӯда-1 бо Ҳукумати Федератсияи Россия баррасӣ шуд. Дар натиҷа байни Ҳукумати ФР ва Тоҷикистон Созишнома оиди сохтмони неругоҳи Сангтӯда-1 (соли 2004) ба имзо расид. Тибқи ин Созишнома Ҳукумати ФР ба сохтмони Сангтӯда-1 ба миқдори 250 млн доллари ИМА маблағгузор намуд. Сохта ба истифода додани неругоҳро Ширкати “РАО ЕЭС” ба зимма гирифт. Агрегатҳои якум, дуюм ва сеюм соли 2008 ва агрегати чорум соли 2009 ба қор андохта шуданд. Дар ин неругоҳ 25% саҳми Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 75% саҳми Федератсияи Россия мебошад.



Дар нуругоҳи Сангтӯда-1 чор агрегати иқтидори ҳар кадомаш 167,5 ҳазор кВт насб шудааст. Иқтидори пурраи лоиҳавии нуругоҳ 670 000 кВт-ро ташкил медиҳад. Тибқи маълумоти Ширкати Барқи тоҷик нуругоҳи Сангтӯда-1 аз оғози кор то 1 январи 2013 ба миқдори 8 млрд. 519 миллион кВт-соат энергия истеҳсол намудааст.

Нуругоҳи Сангтӯда-2. Ҳафтумин нуругоҳи электрӣ дар дарёи Вахш. Лоиҳаи ин нуругоҳ ҳанӯз дар давраи Иттиҳоди Шӯрави омода шуда буд, лекин сохтмон оғоз нашуда монд. Соли 2004 байни Ҳукумати Тоҷикистон ва Эрон оиди сохтани нуругоҳи Сангтӯда-2 гуфтушунид оғоз шуда, соли 2005 созишнома оиди сохтмон ба имзо расид. Ҷумҳурии исломии Эрон сохтмони нуругоҳи мазкурро ба зимма гирифт. 20 феввали соли 2006 оғози расмӣ сохтмон эълон карда шуд ва рамзи сохтмон ҳамчун рамзи дӯстии мардумони Тоҷикистон ва Эрон гузошта шуд.

Нуругоҳ аз ду гидроагрегати тавоногии ҳар кадомаш 110 000 кВт иборат мебошад. Агрегати якум соли 2011 ва агрегати дуюм соли 2013 ба истифода дода шудааст. Ҳоло нуругоҳи Сангтӯда-2 бо иқтидори лоиҳавии 220 000 кВт кор мекунад.

Нуругоҳ (ГЭС)и Роғун. Ҳаштумин нуругоҳи электрӣ дар дарёи Вахш. Дар солҳои аввали соҳибистиклолии Тоҷикистон нарасидани энергияи электрӣ, хусусан дар фасли тирамоҳу зимистон, чиддан эҳсос карда мешуд. Аз ин ҳолат иқтисодиёт ва иҷтимоиёти Ҷумҳурӣ зарар медид, мардум аз нарасидани электр азоб мекашиданд. Бо назардошти муҳимияти электроэнергетика Ҳукумати Тоҷикистон расидан ба **истиклолияти энергетикӣ** яке аз ҳадафҳои стратегии Тоҷикистон эълон намуд. Бо баробари ба кор андохтани нуругоҳҳои электрии хурди обӣ, тасмим гирифта шуд, ки сохтмони нуругоҳи Роғун идома дода шавад. Зеро тибқи лоиҳа иқтидори нуругоҳи Роғун ба 3 миллиону 600 000 кВт баробар буда, дар сурати сохта ба истифода додани он кишвари мо на танҳо ба **истиклолияти энергетикӣ** мерасад, балки фасли тобистон як миқдор энергияи электрӣ ба кишварҳои ҳамсоя содирот хоҳад кард [5].

Аз таърихи сохтмон. Лоиҳаи техникӣ нуругоҳи Роғунро соли 1974 Госстройи Иттиҳоди Шӯравӣ тасдиқ намуда сохтмон соли 1976 оғоз шудааст. Ин лоиҳаро шӯъбаи Осиеи-миёнагии “Гидропроект” воқеъ дар ш.Тошканд таҳия намуда буд. Алҳол, ин лоиҳа, аз тарафи пажӯҳишгоҳи «Гидропроект»-и Федератсияи Руссия амалӣ мешавад [4].

Зимни ҷӯишҳои геологӣ муқаррар карда шудааст, ки дар мавзеи ҷойгиршавии нуругоҳи Роғун якҷанд мушкилоти геофизикӣ вучуд дорад. Аввало, мавзеи интиҳобшуда аз лиҳози сейсмикӣ ғаёлол аст ва моҳе як ду заминларзаи ҳисшаванда ҳодисаи маъмулист. Дигар ин, ки ҷинсҳои кӯҳии ин мавзеъ ковок ва бунёди нақбҳо мушкил. Сеюм, дар он мавзее, ки бунёди



сарбанд кулай мебошад, зери замин тарқиши калони плитаи тектоникӣ (разлом) ҷойгир ва он бо намаксанг пур мебошад. Бо ба вучуд омадани сарбанд об бо фишор ба ин тарқиш ворид шуда намаксангро шустанаш эҳтимол дорад. Барои роҳ надодан ба шусташавии намаксанг мутахасисони советӣ бо қабати семент маҳкам пӯшидани даҳони ин тарқиш ва дигар чораҷӯйҳоро пешбинӣ намудаанд.

Бояд зикр кард, ки ибтикороти Ҳукумати Тоҷикистон оиди оғози корҳои барқароркунӣ ва идомаи сохтмони Неругоҳи электрии Роғун ба муқовимати ҷиддии кишварҳои ҳамсоя дучор шуд. Муҳолифони амалишавии лоиҳаи неругоҳи Роғун иддао пеш меоварданд, ки сохта ба истифода додани неругоҳи Роғун таъминоти обро дар кишварҳои поёноб мушкил ва қандашавии сарбанд (бо сабабҳои техникӣ ва табиӣ, аз ҷумла заминларза) ба ҳаёти сокинони ин минтақа хавфи хеле калон пеш меорад. Барои аз байн бурдани ин сару садоҳо Ҳукумати Тоҷикистон лоиҳаи сохтмони неругоҳи Роғунро ба экспертизаи байналхалқӣ пешниҳод намуд. Хушбахтон аз тарафи коршиносони ҷаҳонӣ ба лоиҳа экспертиза (хулосаи муҳаққиқӣ)и мусбат дода шуд. Исбот карда шуд, ки дар сурати риоя шудани нуқтаҳои техникий дар лоиҳа пешбинишуда Неругоҳи Роғун ба мисли неругоҳи Норак аз ҳар ҷиҳат беҳавф ва ба манфиати тамоми минтақа хизмат хоҳад кард.

Инак, сохтмони неругоҳ аз соли 2016 инҷониб дар заминаи ҳуқуқии байналхалқӣ идома дорад. Дар сурати сохта ба истифода додани неругоҳи Роғун сарбанди он бо баландии 335 м баландтарин сарбанд дар ҷаҳон мешавад. Сарбанди неругоҳ бо истифода аз сангу шағал сол ба сол баланд мешавад.

16 ноябри соли 2018 ҷарҳаи аввали неругоҳ бо иқтидори 120 000 кВт ба кор дароварда шуд. Ҷарҳаи дигари он низ дорои ҳамин иқтидор буда, 9 сентябри соли 2019 ба кор даромадааст. Ҷар ду ҷарҳаи Роғун аз тарафи Президенти Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон бо иштироки намояндагони кишварҳои хоричӣ ба кор дароварда шуд. Бояд тазакурр дод, ки ҳар ду ҷарҳаҳои ба кор андохташуда муваққатӣ мебошанд ва онҳо тибқи лоиҳа то соли 2021 кор мекунанд ва баъд иваз карда мешавад. Тибқи лоиҳа неругоҳи Роғун аз 6 гидроагрегати тавоноии ҳар яке 600 000 кВт иборат буда, то декабри соли 2029 ҳамаи шаш агрегат ба кор андохта мешавад. Дар сурати пурра ба кор даромадани неругоҳ вай ба ҳисоби миёна соли 17 млрд кВт соат энергия истеҳсол менамояд ва Тоҷикистон ба истиклолияти энергетикӣ мерасад. Яъне энергияи электрии дар Ҷумҳурии истеҳсолшаванда тамоми талаботи хоҷагии халқи Тоҷикистонро қонеъ менамояд. Ҳамин тавр, захираҳои гидроэнергетикии Тоҷикистон заминаи боэҳтимоди саноатикунонии босуръати кишвари мо мебошад, ки зина ба зина амалӣ мешавад.



Сарбанди неругоҳи электрии Роғун дар дарёи Вахш обанбори ҳаҷмаш тақрибан 13,3 км³ -ро ба вучуд меорад, ки ҳаҷми фойданоки он 10,3 км³ ташкил хоҳад дод. Оби захирашуда бо мақсади ҳосил намудани энергияи электрӣ ва обшор намудани зиёда аз 300 ҳазор гектар заминҳои ташналаб истифода хоҳад шуд. Баландии сатҳи обанбор, тибқи лоиҳа, соли 2032 ба даст оварда мешавад.

АДАБИЁТ

1. Назаров А. Неругоҳҳои барқӣ обии Тоҷикистон. – Душанбе «ЭР-граф», 2013, - 52 с.
2. Абдуманонова Ф.А., Абдуманонов А.А. Энергия, гидроэнергетика ва иқтисоди сабз //Маводи конф. илмию амалии ҷумҳуриявӣ «Муаммоҳои физикаи муосир ва раванди саноатикунони Ҷумҳурии Тоҷикистон».- Хучанд, 29-30 апрели 2020.
3. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурӣ. ш.Душанбе, 26 декабри соли 2019. –Душанбе, «Шарқи озод», 2019, - 48 с.
4. <http://www.news-asia.ru/view/tj/topical/12804>.
5. Тарҳи CASA–1000 унсури калидии бозори энергетикӣ минтақа мебошад. Суханронии Президенти Тоҷикистон, Пешвои Миллат Эмомалӣ Раҳмон дар мулоқоти сарони давлатҳо ва ҳукуматҳои кишварҳои иштирокчии CASA–1000. ноҳияи Варзоб, 6 июли с.2017// “Ҷумҳурият” аз 7.07.2017.

УДК 547.212

Ишалин А.В.¹

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ ОТДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ

Казанский государственный энергетический университет, ¹учащийся
Россия, респ. Татарстан, г. Казань; e-mail: aiv1999@yandex.ru
Научный руководитель: Кандидат техн. наук, проф. Титов Александр
Вячеславович

Аннотация: В статье предложен вариант использования магистральных газопроводов в период снижения экспортируемого газа. Предложенный вариант способствует как работе газопровода, так и решает проблему не газифицированных районов территории Российской Федерации.



Ключевые слова: Топливо, метан, этан, пропан, газопровод, смесь, энергетика, транспортировка.

Газификация – одно из приоритетных направлений российской энергетики. К 2030 году объем газификации должен достигнуть 83%. До полной газификации регионы могут быть снабжены газом. В данной статье будет предложен метод снабжения газом в отдаленных регионах страны. На рисунке 1 представлена гистограмма предполагаемого уровня газификации к 2030 году.



Рис.1 Уровень газификации по годам в РФ

Снабжение газом, где нет газопроводов, осуществляется при помощи газовых баллонов, чаще всего заправленных этаном. Транспортируют этан в цистернах, танкерах и баллонах, предлагается использовать магистральные трубопроводы. С уменьшением поставок природного газа в Европу, часть магистральных газопроводов, возможно, использовать для транспортировки этана. Предлагается подмешивать этан к метану и транспортировать его по магистральным газопроводам. Затем из прибывшего топлива отделять этан и закачивать его в газовые баллоны для дальнейшего его транспортирования. Предполагается использовать существующие газопроводы и ГТУ, мощность которых достигает 25 МВт. При этом рассматривается как вариант сжигания исключительно исходного природного газа, так и в смеси этаном и пропаном. Хотя 1 вариант намного предпочтительней, однако, он будет трудно реализуемый, если смесь будет проходить более одной компрессорной станции.



Существует ряд издержек ограничивающих данный метод транспортировки этана, большинство вытекает из физических свойств этана. А именно уменьшение температуры кипения смеси, из этого следует, что увеличивается возможность появления конденсата на стенках трубопровода. Температура кипения этана $-88,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, для сравнения температура кипения метана $-161,58\text{ }^{\circ}\text{C}$ при нормальных условиях, следовательно, при увеличении давления эта температура будет увеличиваться[1].

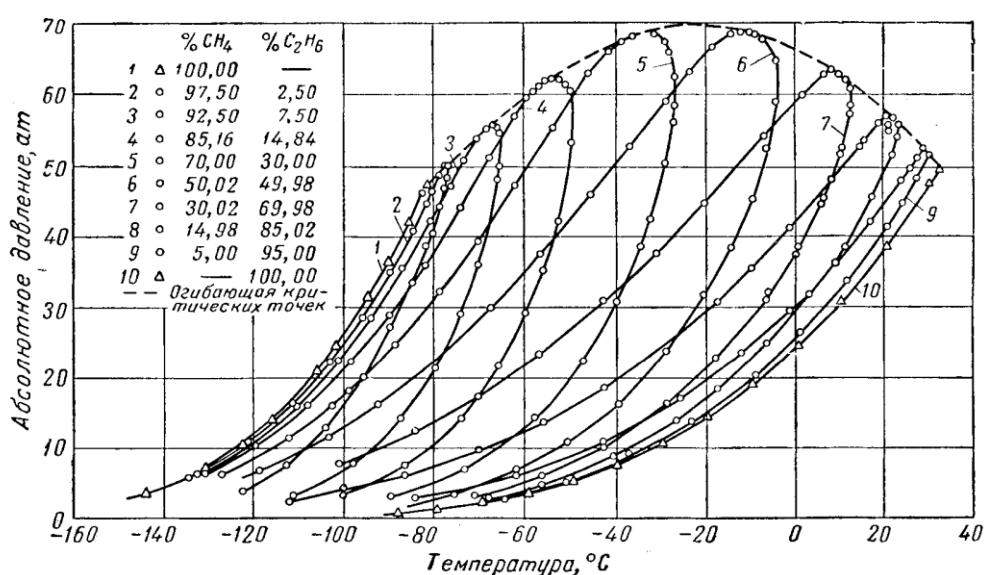


Рис. 2 Диаграмма фазового состояния смесей метан – этан

На рисунке 2 показано 10 смесей, по этим данным можно изменять содержание этана в топливе для регулирования критической точкой при различной температуре [2]. Это регулирование позволяет предотвратить негативные эффекты подмешивания этана. Наиболее подходящими, для климата европейской части РФ, являются 5 и 6 смеси. Это объясняется относительно не морозными зимами, температура которых редко опускается ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, при средней температуре от $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Помимо этана к метану, возможно, подмешивать пропан, однако из-за физических свойств пропана его сложнее подмешивать к метану. Это проявляется в конденсации при температурах близким к температуре окружающей среды. Это ограничение не позволяет подмешивать пропана более 50%.

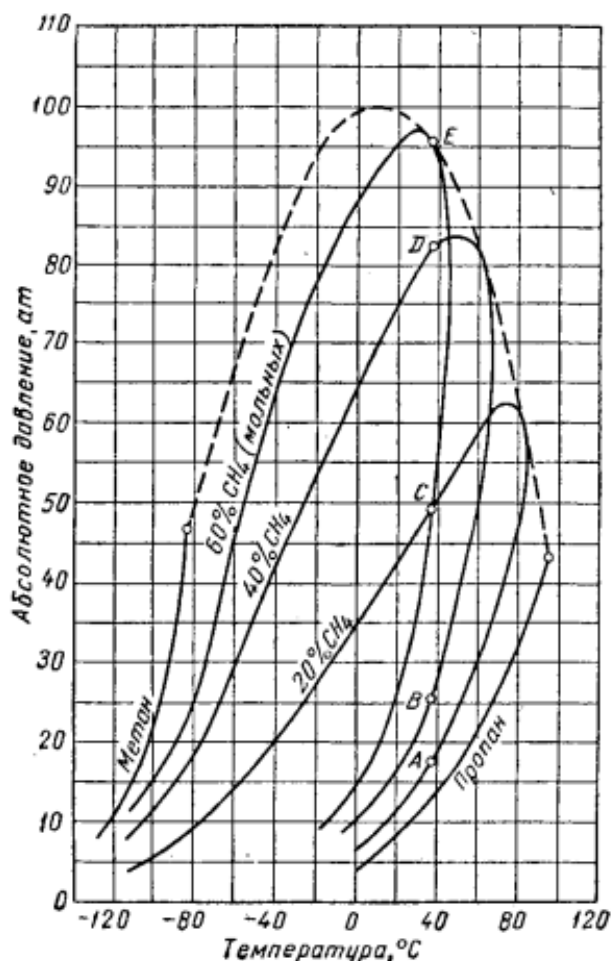


Рис. 3. Диаграмма фазового состояния смесей метан – пропан.

На рисунке 3 показано метан, пропан и 3 смеси содержащие эти 2 газа. На этих графика видно, что добавление пропана резко увеличивает критическую температуру топливной смеси, поэтому его следует добавлять в меньших количествах, в сравнении с этаном. Связано это с температурой кипения пропана, которая при нормальных условиях равна $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Добавление пропана и этана в топливо для последующего его транспортирования в магистральных газопроводах – перспективное решение. Которое позволит снабжать, в газовых баллонах, топливо к еще не газифицированным районам. Применение именно газопроводов позволит снизить стоимость транспортировки этана и пропана, как для производителя, так и для конечного потребителя.



Литература

1. Файрузов, Д. Х. Этан - высокоэффективное сырье нефтехимии / Д. Х. Файрузов, Р. А. Рахимкулов, И. М. Герзелиев // Нефтегазохимия. – 2020. – № 3-4. – С. 24-32. – DOI 10.24412/2310-8266-2020-3-4-24-32. – EDN FLDLKP.
2. Катц Д.Л., Корнелл Д., Кобаяши Р. Руководство по добыче, транспорту и переработке природного газа ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА» 1965г. 77-81с.
3. Исследование влияния степени переохлаждения при образовании гидратов метан-пропановой газовой смеси на равновесные условия их разложения / В. И. Медведев, П. А. Гуцин, В. С. Якушев, А. П. Семенов // Химия и технология топлив и масел. – 2015. – № 5(591). – С. 30-35. – EDN VPBQZV.

УДК 621.311.001.57

Кадыров А.Л., Джавхарова Н.И.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ И ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ГОРОДА ХУДЖАНДА

Худжандский государственный университет имени академика Б.Гафурова
735700, Республика Таджикистан, г.Худжанд, пр. Мавлонбекова 1
E-mail: nilufar.kuchkorova.94@mail.ru

Наибольшая продолжительность солнечного сияния наблюдается в равнинных районах Северного Таджикистана, где ощущается зимний дефицит электроэнергии. Средние за месяц величины интенсивности прямой солнечной радиации в полуденные часы, поступающей на перпендикулярную поверхность, в безоблачные дни для предгорных районов колеблются от 0,35 до 0,79 квт./м². С увеличением высоты местности и прозрачности атмосферы, интенсивность солнечной радиации увеличивается. На высотах 4000÷5000м. она составляет 1,06÷1,15квт./м². Оценки показывают, что 60÷80 % потребности населения страны в течение 10 месяцев в году могут быть обеспечены солнечной энергией. Кроме солнечной энергии, Согдийская область также имеет большие запасы ветряной энергии и энергии малых рек и биомассы [1].

Внедрение и использование ВИЭ в РТ находятся в начальной фазе и поэтому своевременное составление указанных категорий для различных видов энергии по объему и содержанию по регионам, например, Согдийской области позволит более эффективно получить искомую энергию.



В этом плане, нами поставлена задача на базе собранных с нашим участием материалов «Целевой комплексной программе по широкому использованию возобновляемых источников энергии, таких, как энергия малых рек, солнца, ветра, биомассы, энергия подводных источников на 2007-2015 годы» провести изыскания и исследования с тем, чтобы дать всестороннюю оценку реального потенциала и реальные эффективности использования ВИЭ на примере Согдийской области по категориям. с использованием передовых математических методов и методологий анализа геоинформационных систем по схеме, когда рассчитываются точечные значения потенциала, с использованием геоинформационных систем общего назначения выполняется интерполяционное сглаживание по пространству и в той же геоинформационной системе общего назначения результаты визуализируются в виде карты ареалов и изолиний.

Практическая ценность такой работы состоит в том, что ее результаты обеспечивают возможности ускоренного и достоверного определения технико-экономических показателей проектов ВИЭ любого масштаба, разработки схем оптимального размещения ВИЭ на территории области и региональных программ развития альтернативной энергетики.

Однако, для разработки стратегия развития и использования ВИЭ знание одного только их валового (общего) потенциала мало, надо еще и другие понятия (категории), такие как технически возможных и экономически целесообразных ресурсов, то есть реально возможных, которые зависят от уровня технического и экономического развития страны и от степени изученности самих ресурсов

Город Худжанд расположен на северной части РТ, с географическим координатами $40^{\circ}16'57''$ северной широты и $69^{\circ}37'19''$ восточный долготы. Этих территориях характерно степной и умеренных широт с прохладной зимой. Температура воздуха для всех месяцев начиная с 2012 по 2021 представлена в табл.1 и показана на рис.1 Изменения среднемесячной среднесуточной температуры воздуха за последние 10 лет в городе Худжанде.

Таблица 1. Среднемесячная среднесуточная температура в течение 10 лет для города Худжанда

Год/месяц	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	-0,7	0,8	1,4	7	4,3	1,8	3,1	3,3	1,7	0,4
2	-1,1	4,6	-3	5	6,5	2,5	2,9	4,5	5,9	6,9
3	6,9	10,9	8,7	8	13,3	8,1	12,4	12	11,3	8,9
4	19,3	16,5	12,9	16,7	16,8	14,9	15,9	16,1	16,7	15,9
5	22,5	22,1	24	2,6	22,5	23,9	21,3	22,5	22,8	24
6	27,4	27,2	28	28	27,6	28,2	26,5	26	26,9	28,5



Год/месяц	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
7	29	28,5	28,3	30	29	29,5	30,5	30,8	28,6	29,5
8	28,5	27	27,5	26,4	28	27	27	27,4	27	27,7
9	22,1	23,4	22,6	21,3	24,3	22,5	21,6	21,4	20,5	23
10	14,5	15,1	13,4	15,1	12,9	14,7	13,2	15,9	13,3	12,2
11	6,6	7,5	5,8	7,6	4,7	9,9	5,9	5,8	3,9	5,6
12	-0,4	2,6	1,9	3,6	3,4	1,6	3,1	4,2	0,4	4,8

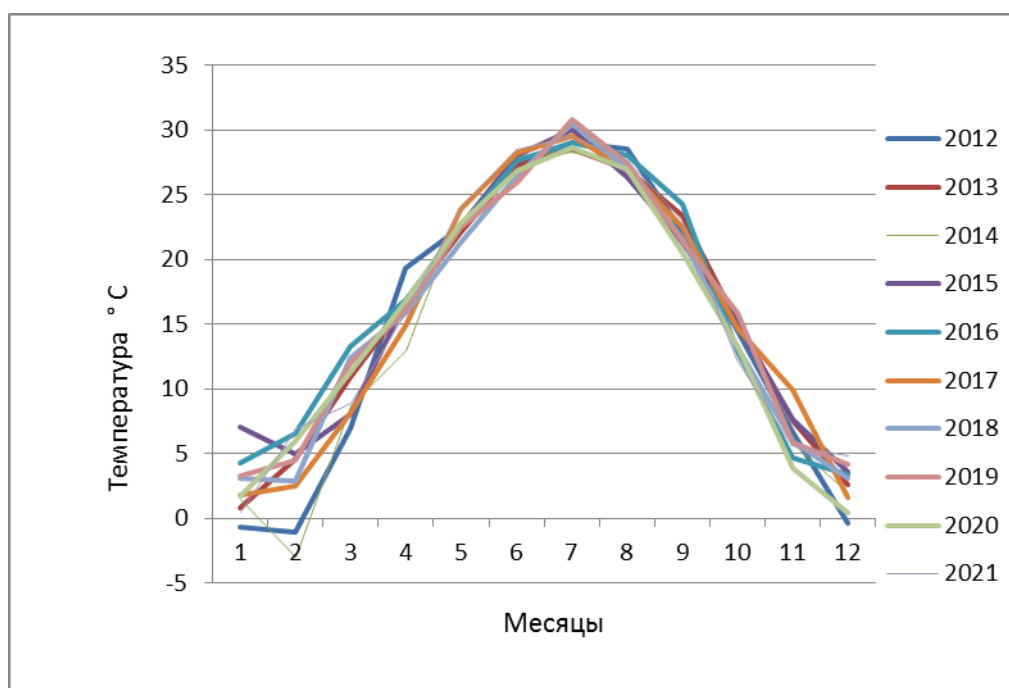


Рис. 1. Изменения среднемесячной среднесуточной температуры воздуха за последние 10 лет в городе Худжанде

Исходя из график можна сделать вывод о незначительной изменении температуры в течение 10 года исключительно для этих территорий.

Последствия изменения климата уже хорошо заметны по повышению температуры воздуха, таянию ледников и уменьшению полярных ледяных шапок, повышению уровня моря, усилению опустынивания, а также по участвующимся экстремальным погодным явлениям, таким как волны жары, засухи, наводнения и штормы.

Парижское соглашение 2015 года устанавливает глобальные рамки для ограничения глобального потепления до уровня значительно ниже 2°C, предпочтительно к 1,5°C, по сравнению с доиндустриальным уровнем. Для достижения этой глобальной температурной цели страны стремятся как можно скорее сократить рост выбросов парниковых газов, а затем быстро сокращать их, основываясь на наилучших имеющихся научных данных,



экономической и социальной целесообразности[2]. Изменение климата не является глобально равномерным и влияет на некоторые регионы больше, чем на другие. На следующих диаграммах можно увидеть, как изменение климата повлияло на регион Худжанд за последние 40 лет. В качестве источника данных используется ERA5, атмосферный реанализ глобального климата пятого поколения ECMWF, охватывающий временной диапазон с 1979 по 2021 год с пространственным разрешением 30 км. на высотах от 347 до 510 м. над уровнем моря, т.е. в равнинах и предгорья [2]. Данные не будут показывать условия в точном месте. Микроклиматы и местные различия не отображаются. Поэтому температура часто будет выше, чем показано на графиках, особенно в городах, а количество осадков может варьироваться в зависимости от рельефа местности. На рис.2 показана оценка среднегодовой температуры для крупного региона Худжанд [3]

Mean yearly temperature, trend and anomaly, 1979–2022.

Худжанд 40.28 N, 69.62 E.

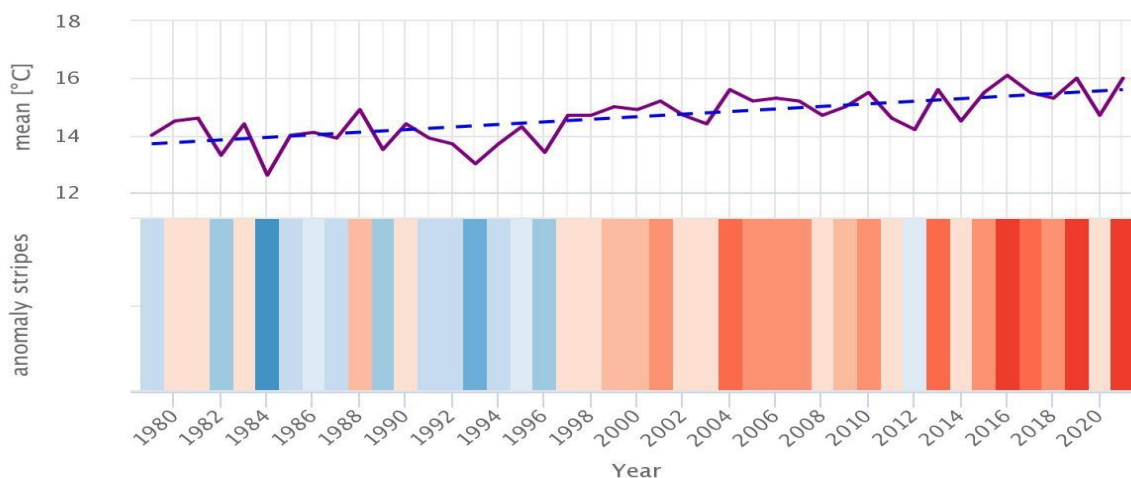


Рис. 2. Годовое изменение температуры Худжанд.

Пунктирная синяя линия - это линейная тенденция изменения климата. Если линия тренда поднимается слева направо, то тенденция изменения температуры положительная и в Худжанд становится теплее из-за изменения климата. Если линия горизонтальна, то четкой тенденции не видно, а если она идет вниз, то условия в Худжанд со временем становятся холоднее.

В нижней части графика показаны так называемые полосы потепления. Каждая цветная полоса представляет собой среднюю температуру за год: синяя - более холодные годы, красная - более теплые.

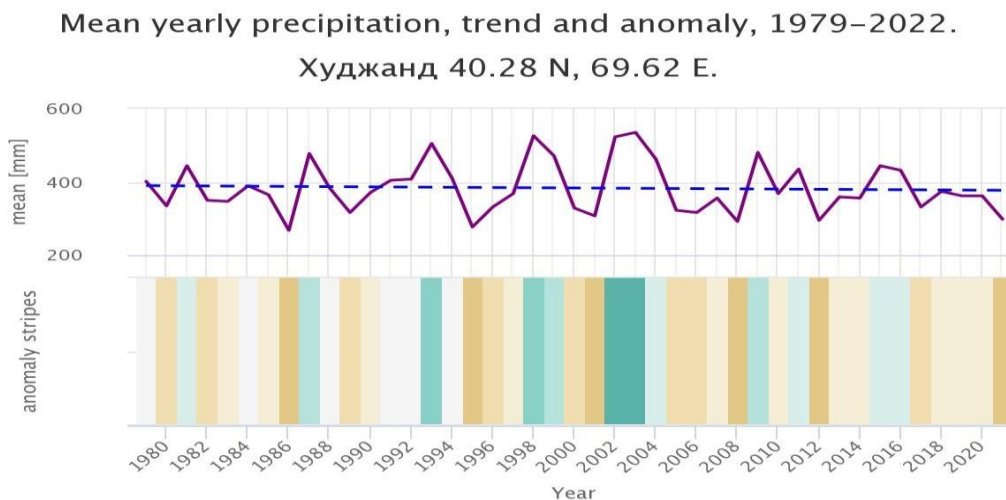


Рис. 3. Средние годовые изменения количества осадков, их аномалии и тенденции в г. Худжанде за период с 1979 по 2021 г.г.

На верхнем рис.3 нами показана результаты оценки среднего общего количества осадков для крупного региона Худжанд. Пунктирная синяя линия – это линейная тенденция изменения климата. Если линия тренда идет вверх слева направо, то тенденция выпадения осадков положительная и в Худжанд становится влажнее из-за изменения климата. Если линия горизонтальна, то четкой тенденции не видно, а если она идет вниз, то условия в Худжанд со временем становятся суше. В нижней части графика показаны так называемые полосы осадков. Каждая цветная полоса представляет собой общее количество осадков за год: зеленая - более мокрые годы, коричневая - более сухие.

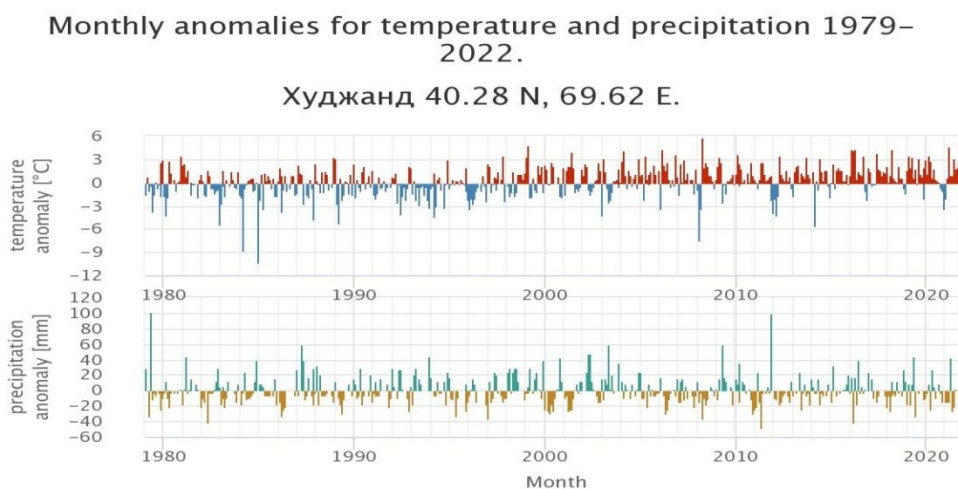


Рис. 4. Месячные аномалии температуры и осадков - Изменение климата Худжанд



На верхнем части графика рис.4 показана аномалия температуры для каждого месяца с 1979 года по настоящее время. Аномалия показывает, на сколько месяц был теплее или холоднее среднего климатического показателя за 30 лет (1980-2010 гг.). Таким образом, красные месяцы были теплее, а синие - холоднее, чем нормы. В большинстве мест с годами наблюдается увеличение количества тёплых месяцев, что отражает глобальное потепление, связанное с изменением климата.

На нижнем графике показана аномалия осадков для каждого месяца с 1979 года по настоящее время. Аномалия показывает, в каком месяце выпало больше или меньше осадков, чем в среднем за 30 лет 1980-2010 гг.[4]. Таким образом, зелёные месяцы были более мокрым, а коричневые - более сухими, чем обычно.

March monthly anomalies for temperature and precipitation 1979-2022.

Худжанд 40.28 N, 69.62 E.

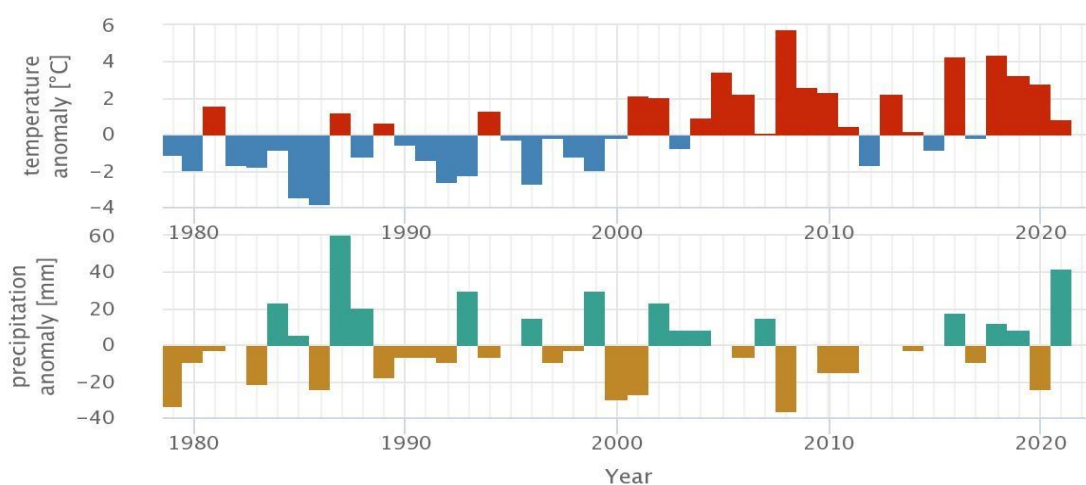


Рис.5. Аномалия температуры и осадков в марте месяце за период с 1979 по 2022 г.г. в г. Худжанде

Этот график рис. 5 фокусируется на указанном месяце. Если выбрать, например, март, то будут показаны аномалии температуры и осадков для каждого марта с 1979 года.

Таким образом, вы можете увидеть, в какие годы март был теплее или холоднее (суше или влажнее), чем обычно.

Экстремальные события не видны в этих данных - они могут происходить с разной частотой, а критические пороги могут быть превышены с большей



частотой. Предоставляет вам доступ к подробным почасовым данным для таких переменных, как температура, осадки и многое другое.

Главный вывод, который можно сделать из анализа приведенных графиков заключается в том, что по ним можно прогнозировать оценить изменения климата г.Худжанда на ближайшие десятилетия.

Источники

1. Ångström A. Solar and terrestrial radiation. Report to the international commission for solar research on actinometric investigations of solar and atmospheric radiation.// Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 50(210), 121-126.

2. Акимович Н.Н. Температурный режим воздуха в Одессе за столетний период.(1866-1965). В сб.: Метеорология, климатология и гидрология. 1970, №5.Одесса.

3. H. Hersbach. The ERA5global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.DOI:10.1002/qj.3803. May 2020.

4.Интернет ресурс.:
https://www.google.com/search?q=era5&rlz=1C1GCEA_enTJ911TJ911&oq=&aqs=chrome35i39i362l8.11327468j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8

УДК 537.622

Лебединский В.Е., Веппер Л.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАЗОРАХ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого,
246029, Республика Беларусь, г. Гомель, Пр-т Октября, 48,
Тел.: (+375 232) 22-46-36, факс: (+375 232) 26-02-87

Аннотация. Цель данной разработки снижение потерь электроэнергии, доставляемой по кабелям к погружному насосу на время функционирования погружного электродвигателя. В работе представлена схема электродвигателя с зазором из ферромагнитной жидкости. Также представлены преимущества электродвигателя с зазором из ферромагнитной жидкости над двигателями заполненными диэлектрическим маслом. В работе присутствуют способы реализации данной разработки.

Ключевые слова: ферромагнитная жидкость, снижение потерь, погружной, электродвигатель, зазор, способы реализации.



Главное направление разработки уменьшение потерь электроэнергии и повышение эффективности в погружном электродвигателе.

Система состоит из автономного источника питания, находящегося на поверхности, силовых линий, подключающих погружной насос к источнику автономного питания для использования погружного электродвигателя, представленного на рисунке 1. Электродвигатель состоит из корпуса 1, в котором находятся статор 2 и ротор 3. Ферромагнитная жидкость 4 находится в корпусе, в количестве достаточной для помещения в неё статора 2 и ротора 3.

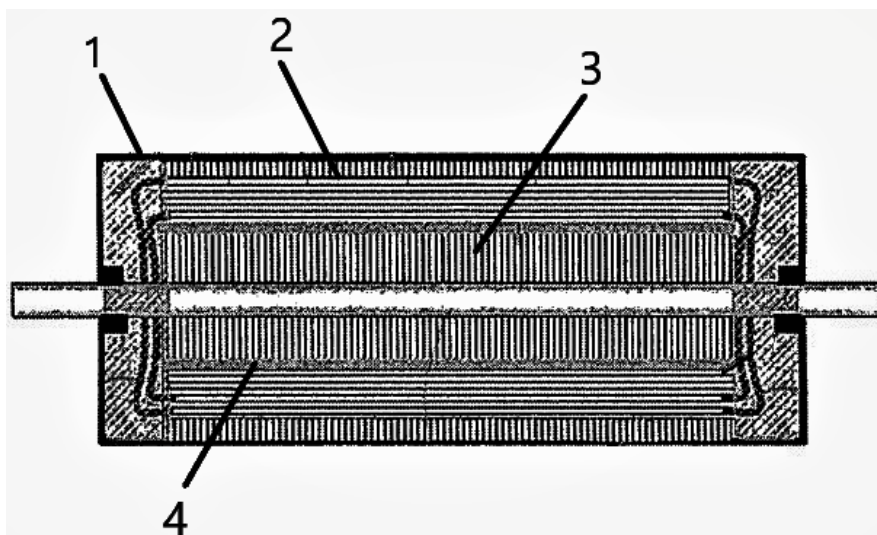


Рисунок 1 – схема погружного электродвигателя с зазором из ферромагнитной жидкости

Разработка служит для уменьшения магнитного сопротивления магнитной цепи погружного электродвигателя за счёт фактического уменьшения зазора между статором и ротором, так же для снижения высокого напряжения на источнике питания или снижения высокого тока в источнике питания.

Обычные погружные электродвигатели в зазорах между статором и ротором используют диэлектрическое масло для уменьшения разницы в давлении между электродвигателем и давлением жидкости в скважине. За счёт выравнивания давления у нас появляется возможность не использовать толстый корпус способный выдержать перепады давления. Такая система была использована Армаисом Артюновым в первых версиях погружных насосных систем. Минусом данной системы является то что диэлектрическое масло имеет вязкость в следствии чего возрастает электрический ток протекающий по



обмоткам электродвигателя необходимый для запуска электродвигателя что приводит к повышенному энергопотреблению.

Ранее помещение магнитной жидкости в зазоры электродвигателя изучалось (Фертман В.Е.). Целью было: охлаждение обмотки, герметизация, повышение КПД двигателя и снижение радиальных биений.

По одному из способов реализации система позволяет уменьшить потребление электроэнергии по длинным силовым линиям к электрическому погружному насосу. В системе находятся: источник питания который находится на поверхности скважины, силовые линии передачи электрического тока, соединяющие источник питания на поверхности с электрическим погружным насосом находящегося в скважине, погружной электродвигатель насоса состоящий из тонкостенного корпуса, статора, ротора и ферромагнитной жидкости, которая заполняет зазоры между статором и ротором.

В данной системе ферромагнитная жидкость служит для снижения магнитного сопротивления, для уменьшения высокого напряжения и тока в источнике питания и уменьшения нагрева всей системы.

В одном из вариантов электродвигатель частично заполнен ферромагнитной жидкостью, достаточной для компенсации потерь мощности в силовых линиях, для поддержки нужного уровня выходной мощности двигателя, что позволяет значительно экономить электроэнергию.

Также для достижения наилучших характеристик можно изменять концентрацию, состав и размер магнитных частиц в жидкости (можно как повысить их концентрацию и размер, так и понизить) в зависимости от размера двигателя, зазора между статором и ротором.

Ферромагнитная жидкость может выступать в роли гасителя вибрации и для дополнительной герметизации системы за счёт разности плотности ферромагнитной жидкости и жидкости в скважине.

Особая компоновка специальных электродвигателей даёт возможность уменьшить величину тока, требуемого для запуска электродвигателя погружной насосной системы с его номинальной частотой вращения и мощностью на выходе, по сравнению с обычным электродвигателем.

В заключении хотелось бы перечислить все преимущества использования ферромагнитной жидкости в зазорах электродвигателя: снижение потерь электроэнергии, охлаждение обмотки, герметизация, повышение КПД двигателя, снижение радиальных биений, снижения высокого напряжения на источнике питания и высокого тока на обмотках электродвигателя, меньшие габариты электродвигателя за счёт тонкого корпуса.



СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Погружной электродвигатель с зазором с ферромагнитной жидкостью .
Режим доступа: <https://patentdb.ru/patent/2543099> (дата обращения: 20.11.2022).
2. В.Е. Ферман - Магнитные жидкости . Режим доступа:
<https://studizba.com/files/show/djvu/3232-1-v-e-fertman--magnitnye-zhidkosti.html>
(дата обращения: 11.11.2022).

КДУ 541.128+541.141

Махмамуровов А., Сулаймонов А., Қосимов Д.

КАТАЛИЗАТОРҲОИ ГЕТЕРОГЕНИИ АЗ ОБ ВА МАҲЛУЛҲОИ ОБӢ ХОРИЧКУНИИ ОКСИГЕНИ МОЛЕКУЛАВӢ

Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон,
ш. Душанбе, кучаи Нахимов 64/16

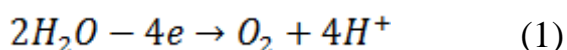
Тадричан ба охир расидани захираҳои сӯзишворихоии табиии органикӣ тадқиқотҳои илмиро дар ба ҷустуҷӯи манбаҳои нави энергияро ба ҷои аввал гузошанд. Ба сифати яке аз самтҳои ояндадори энергетикаи оянда дар замони муосир истифодаи энергияи офтоб, аз он ҷумла бо роҳи мубаддалкунии фотохимиявӣ муоина мешавад.

Ба ғайр аз ин солҳои охир масъалаи ҳифзи муҳити зист ҷиддӣ шудааст, зеро рушди саноат боиси вайроншавии барнагардандаи мувозинати дар табиат мавҷудбуда, меорад. Истифодабарии сӯзишворихоии органикӣ дар ифлосшавии ҳавзаҳои ҳавой ва обӣ саҳм доранд. Ҳамин тавр, сарчашмаи энергия, ки сӯзишворихоии ихроҷшавандаро бояд иваз намуда, талаботи энергияи ояндаро таъмин намояд, на танҳо ба қадри зарурӣ тавоно, балки аз ҷиҳати экологӣ «**тоза**» низ бошад.

Дар сатҳи рушди муосири рушди илм ва техника истифодаи энергияи офтоб имконпазир аст. Пешомади мавҷудияти инсониятро бо назардошти афзоиши аҳолии сайёра мухтасар баҳо дода се масъалаи ҳалталаби асосиро қайд бояд кард: таъмини аҳоли бо озӯқа, энергия ва ҳифзи шароити табиии ҳаётгузаронӣ коршоям. Ҳалли ин се масъала бештар бо истифодаи энергияи офтоб алоқаманд аст. Дар замони муосир инсоният энергияи барқро ҳамон вақт истеҳсол менамояд, ки барои истифодабаранда зарур аст. Барои истифодаи энергияи офтоб ҳамчунин захиракунии онро дар намуди сӯзишвории химиявӣ омехтан зарур аст.



Бисёр мутахассисон чунин меҳисобанд, ки сӯзишвории бештар ояндадори оянда гидроген мебошад. Хосиятҳои асосии гидроген аз бехатарии экологӣ, беохирӣ ашӣи хомаш иборат мебошад[1]. Дар ҳамин алоқамандӣ масъалаи интихоби энергияи офтоб, барои истисоли гидроген аз об муҳим мебошад. Дар муқоиса бо реаксияи хоричшавии гидроген аз об [2], хоричшавии оксиген раванди мураккаби чорэлектрона мебошад.



Ин раванд дар мавриди ҳосилшавии радикали он бе иштироки катализатор ҳам тез мегузарад. Дар маҳлулҳои обӣ раванд ба воситаи ҳосилшавии пероксидаи гидроген ё ҳосилаҳои он мегузарад, ки минбаъд то оксиген оксид мешаванд. Лекин оксидшавии об то оксигени молекулавӣ дар мавриди ҳосилшавии радикалҳои озод ба сифати маҳсулоти мобайни бо талафоти калони энергия алоқаманд аст. Бинобар ин ҳангоми истифодаи реаксияи хоричшавии оксиген дар равандҳои захиракунии ё табдилдиҳии энергия оксидшавии обро дар иштироки катализаторҳои махсус гузаронидан зарур, ки имкон медиҳанд ҳосилшавии моддаҳои мобайнӣ пешгирӣ карда шаванд. Барои хоричкунии оксиген аз маҳлулҳои ишқорӣ анодҳо аз пайвастаҳо бо сохтори шпинелҳои AB_2O_4 (А ва В – мувофиқан йонҳои ду ва севалента) ояндадор мебошанд[3], ки бо иштироки оксидкунанда санчида шуданд. Шпинелҳо ва гидроксидҳо бо методикаи [4] ҳосил карда шуданд.

Хоричшавии оксигенро баъди омехта намудани маҳлули 0,1н кислотаи хлорид бо муҳиташ кислотагии пасти оксидкунанда, бо иштироки шпинел ё гидроксид, муайян карда шуд. Барои пурра баровардани ионҳои металлҳо аз таркиби намакҳое, ки бо мақсади ҳосил намудани катализатор истифода шудаанд, намунаи катализатори соида майдашуда пеш аз корфармоӣ бо маҳлули 0,1н. HCl шуста покиза карда шуд.

Вобаста ба амаловарии реаксияи хоричшавии оксиген аз об бо иштироки шпинелҳои маҳсулоти таъсири катализатор бо об ё пораҳои он аҳмияти муҳим доранд. Эҳтимол дорад, ки дар натиҷаи расиши шпинелҳо бо об сатҳи шпинел бо гидрокси тез пӯшида мешавад, бинобар ин марказҳои фаъоли каталитикӣ акнун на шпинелҳо, балки пайвастаҳое мегарданд, ки бо гидроксидҳои металлҳои мувофиқ наздиканд. Ба сифати катализатори хоричкунии оксиген аз об ҳамчунин гидроксидҳои кобалт ва оҳан санчида шуданд. Натиҷаҳои таҷрибавӣ нишон додан, ки оксидшавии об дар ҳудуди васеи рН мушоҳида мешавад, дар айни ҳол муқаррар гардид, ки гидроксиди оҳан нисбати гидроксиди кобалт босамартар аст. Барои гидросиди бинарии (Fe – Co) пурзӯршавии таъсири каталитикӣ дар муқоиса бо гидроксидҳои алоҳида



мушоҳида мешавад. Самаранокии таъсири гидроксиди бинарӣ аз тағйир додани таркиби он қариб вобаста нест.

Фарқият дар самаранокии намунаҳои як ва дукомпанентаро бо омилҳои гуногун алоқаманд намудан мумкин аст. Масалан, фарқият дар рафтори ин гидроксидҳоро дар гуногунии бузургиҳои сатҳи хоси онҳо шарҳ додан мумкин аст, ки хосияти муҳими катализаторҳои гетерогенӣ мебошад. Барои гидроксиди оҳани аморфӣ сатҳи хоси гидроксиди кобалти кристаллӣ қариб 12 маротиба зиёд аст. Ба ғайраз ин, гидроксиди оҳани ҳосилшуда нисбати гидроксиди кобалт зиёдтар об дорад. Ин фарқиятҳо метавонанд сабаби тағйирёбии миқдори гидроксидионҳои сатҳӣ гарданд, ки штирокашон дар оксидкунии каталигикии об, муайянкунанда мебошад.

Ҷадвал – Самаранокии шпинелҳо ва гидроксидҳо дар реаксияи оксидкунии об

Катализатор	pH	Барориши O_2 , %
Co_3O_4	10–11	35
$CoFe_2O_4$	5–6	60
$CoFe_2O_4$	10–11	62
$Co(OH)_3$	10–11	26
$Fe(OH)_3$	10–11	40
Гидроксиди бинарии ($Fe - Co$)	10–11	70

Саҳми ионҳои оҳан ва кобалт дар реаксияи каталигикии оксидшавии об аз он иборат аст, ки зери таъсири комплексҳои бипиридилии рутений (III) зарраҳои полиядроии оҳан ё кобалт бо дараҷаи баланди оксидшавӣ ҳосил мешаванд, ки обро бо ҳосилшавии пайвастаҳои пероксидӣ оксид намуда, баъд бо изофаи оксидкунанда оксидшавии такрорӣ ба амал омада, оксиген хориҷ мешавад.

Натиҷаҳои ҳосилшуда тахминро доир ба фаъолнокии каталигикии гидроксиди металлҳо тасдиқ намуданд. Ин далел, инчунин афзоиши фаъолнокии каталигикии гидроксиди бинарӣ ($Fe - Co$) шаҳодат медиҳанд, ки нақши ҳалкунандаро дар реаксияи (1) хосияти химиявии катализаторҳо иҷро менамоянд. Азбаски хосияти химиявӣ ба дараҷаи зиёд аз таркиби сифатӣ ва миқдории катализатор вобаста аст, омузишҳои физикӣ–химиявии гидроксидҳои санҷидашуда, гузаронида шуд.

Гидроксиди оҳан ва гидроксиди бинарӣ бо усули ЯГР–спектрокоспия омӯхта шуданд. Натиҷаи омӯзишҳо нишон доданд, ки оҳан дар ин пайвастигиҳо дараҷаи оксидшавии +3 зоҳир менамояд. Натиҷаи таҳлили рентгенофазаӣ индивидуалӣ будани гидроксиди бинариро тасдиқ намуданд.



Хати 3400 см^{-1} ба лаппиши валентӣ, хати $890 - 920\text{ см}^{-1}$ ба лаппиши деформатсионии гуруҳи ОН мансубанд. Дар ИК–спектр хати 1650 см^{-1} падида меояд, ки мавҷудияти оби адсорбсияшударо дар таркиби гидроксидҳо тавсиф менамояд.

Барои гидроксиди бинарӣ, мувофиқи маълумоти ЯГР мавҷудияти банди металл – металл афзалият дорад, чунки радиуси ионии металлҳо ба ҳамдигар наздиканд (барои оҳани (III) $0,67\text{Å}^0$, барои кобалти (III) $0,64\text{Å}^0$ [5]).

Адабиёт

1. Легасов В.А Водородная энергетика, Природа, 1977, №3. С.3
2. Махмадмуродов А./ А. Махмадмуродов, Г.С. Исломов, Д. Косимов, М. Нозарова маводҳои конференсияи илмӣ-амалии байналхалқӣ Остона, 2019
3. Елизарова Г.Л. / Г.Л. Елизарова, В.Н. Пармои фотокаталитическое преобразование солнечной энергии. Часть 2. Новосибирск, 1986.с 152 –
4. Карякин Ю.В/ Ю.В. Карякин, И.И. Ангелов Чистые химические вещества М. 1975, 408с
5. Краткий справочник физико-химических величин, М.-Л., 1965.

Пономарева З.Р.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет
г. Тольятти, преподаватель ассистент
E-mail: zem.tregulova@yandex.ru

Важное значение в работе любого управленца занимает процесс принятия решения, представляющий собой непрерывную динамическую систему, приводящую компанию к устойчивому успеху.

Согласно Ломакину А.Л., управленческое решение является сознательным процессом выбора одной из нескольких альтернатив разрешения определенной ситуации, связанной с процессом управления. При принятии такого решения опираются на имеющуюся информацию и заданные критерии [2, с.74].

Такое решение включает в себя следующие элементы:

- управленческую ситуацию;
- информацию;



- альтернативность;
- критерии.

Необходимо отметить, что принимаемые решения являются достаточно многообразными (рис. 1) [2, с.80].



Рис. 1. Основные характеристики принимаемых решений

Смирнов Э.А. отмечает, что любое управленческое решение связано с выполнением функций управления, включая организацию, планирование, контроль и координацию какого-либо процесса [3, с.21].

В целом, решение называют управленческим, когда его разрабатывают и реализуют для социальной системы и оно направлено на следующие процессы (рис.2) [3, с.21].

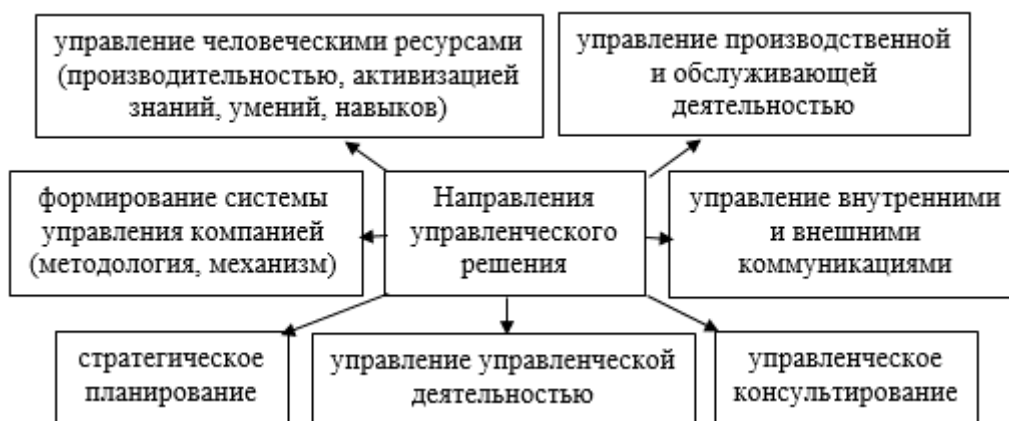


Рис. 2. Направления управленческого решения



При принятии управленческого решения придерживаются следующих этапов [4]:

- определение решения, проблемы и целесообразности принятия решения;
- сбор соответствующей информации. Данный этап состоит из сбора внутренних и внешних данных;
- определение альтернативы. Необходимо перечислить и определить все возможные варианты действий по мере их возникновения;
- взвешивание доказательств. Следует провести оценку возможных последствий каждого из действий, опираясь на эмоции и информацию. Также следует ранжировать возможные решения на основе системы ценностей;
- выбор одного из вариантов;
- принятие мер, т.е. реализация решения;
- оценка принятого решения и его последствий.

Основные этапы анализируемого процесса конвертируют в наглядную модель. Модели классифицируют по разным основаниям. Однако, лишь один подход включает в себя три основных типа моделей: аналоговые, физические и математические (рис. 3) [1, с.41].

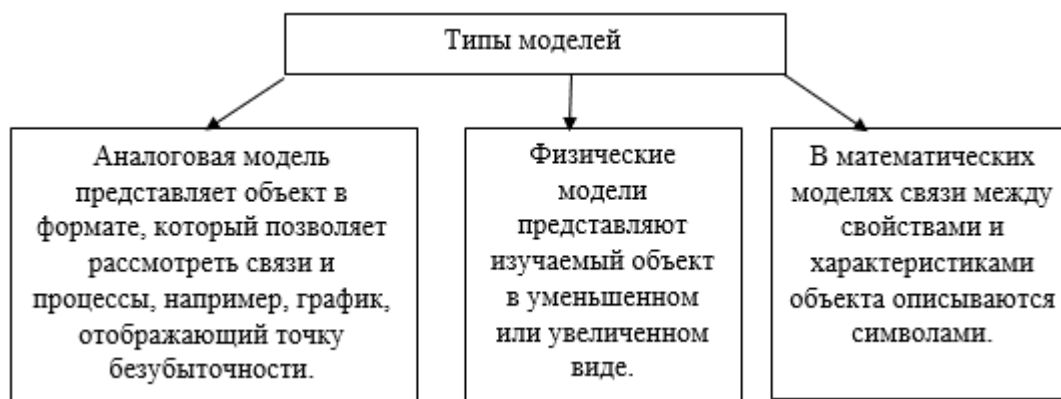


Рис. 3. Типы моделей

На рисунке 4 изображена визуализированная модель взаимосвязи управленческих функций, обеспечивающих достижение объектом необходимого состояния [1, с.41].



Рис. 4. Взаимосвязь управленческих функций, обеспечивающих достижение объектом желаемого состояния

Данная модель включает такие элементы, как:

- объект управления;
- субъект управления;
- внешняя среда.

Основная задача субъект заключается в достижении объектом управления необходимого состояния. При этом, показатели внешней среды остаются в пределах прогнозируемых значений.

Благодаря данной модели возможно изучить показатели деятельности объекта управления и состоянии внешней среды, способствующих новым точкам роста бизнеса и результативности работы.

В настоящее время выделяют множество методов и инструментов, используемых для разработки и принятия управленческого решения. Рассмотрим некоторые из них.

Маржинальный анализ. Такой метод позволяет компаниям распределять ресурсы для увеличения прибыльности и выгод, а также сокращения затрат.

SWOT-анализ – это инструмент, позволяющий любому управленцу изучить ситуацию в следующих четырех квадрантах (рис. 5) [4].



сильные стороны: В чем организация превосходит своих конкурентов? Учитываются внутренние и внешние силы	слабые стороны: что организация могла бы улучшить?
возможности: как организация может использовать свои сильные стороны для создания новых путей к успеху. Как устранение конкретной слабости может предоставить уникальную возможность?	угрозы: определение препятствий, мешающих организации достичь своих целей.

Рис. 5. SWOT-анализ

Системный подход. Является диалектическим методом исследования, ограниченным какими-нибудь рамками, к примеру, географическими рамками, рамками одного подразделения или организации (рис. 6) [3, с.64].

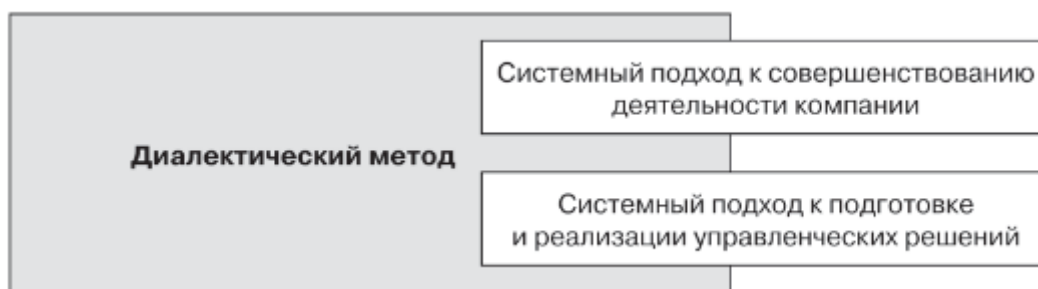


Рис. 6. Системный подход как часть диалектического метода

Таким образом, принятие решений выступает в качестве одного из многих навыков управления проектами, которые профессионалы могут получить либо усовершенствовать. Недостижение организационных целей приводит к растрате ресурсов, к которым могут быть отнесены деньги, рабочая сила и время.

Список использованных источников

1. Кочеткова М.А. Методы и модели разработки и принятия управленческих решений / М.А. Кочеткова // Форум молодежной науки. – 2021. – № 1. – С.39-42.
2. Ломакин А.Л. Управленческие решения: учеб. пособие / А.Л. Ломакин. – М.: Инфра-М, 2022. – 176 с.
3. Смирнов Э.А. Управленческие решения: учебник / Э.А. Смирнов. – М.: Инфра-М, 2022. – 362 с.



4. Принятие управленческих решений: что это такое, процесс, методы и инструменты [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://www.simplilearn.com/management-decision-making-article>

УДК 621.311.338

Тошходжаева М.И., Расулов Х.И.*

ВНЕДРЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ: ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
e-mail: shukrona14_01_2011@mail.ru

В настоящее время электроэнергетическая система, требует изменения, которые обусловлены переходом от централизованной системы электроснабжения к децентрализованной. В настоящее время основная часть электроэнергии производится централизованно, в основном на гидроэлектростанциях. Благодаря “эффекту масштаба” централизованная система электроснабжения является экономически целесообразной и транспортируются на большие расстояния. Место строительства гидроэлектростанций обусловлено следующими факторами: экономическими, экологическими, географическими, геологическими, требованиями охраны окружающей среды и безопасности. Следовательно, в централизованной энергетике по территориальному расположению по функциональному назначению выделяются четыре сегмента:

- центры производства электрической энергии;
- линии электропередачи больших мощностей;
- зоны потребления электрической энергии;
- местные распределительные сети.

Такой подход в настоящее время имеет ряд недостатков: значительные потери электроэнергии, активной и реактивной мощности в распределительной сети, потери напряжения у потребителей электроэнергии и т.д.

Для смягчения выше изложенных факторов, целесообразно внедрить систем распределенной генерации, которая подразумевает строительство дополнительных источников электроэнергии по близости от потребителей



электроэнергии. Мощность генерирующих источников выбирается, исходя из ожидаемой мощности потребителя с учётом имеющихся ограничений (технологических, правовых, экологических и т. д.) и может варьироваться в широких пределах (от двух-трех до сотен киловатт). При этом потребитель не отключается от общей сети электроснабжения. В системе «потребитель — местный источник энергии» имеет место дисбаланс между производством и потреблением энергии или между потребностью в её видах, например:

– мощность солнечных батарей и ветрогенераторов изменяется в зависимости от погодных условий, а потребление электроэнергии от погоды может не зависеть или изменяться в обратную сторону.

– в зимнее время потребление электроэнергии остается постоянно высоким, а потребление электроэнергии изменяется по времени суток.

Подключения к общей электрической сети источников генерации позволяет компенсировать недостаток электроэнергии за счет её потребления от общей сети, а в случае избыточного производства электроэнергии собственным источником — выдавать её в сеть, с получением соответствующего дохода, который позволяет:

– снизить потери электроэнергии при передаче из-за максимального приближения генераторов к потребителям электроэнергии, вплоть до расположения их в одном здании;

– уменьшить число, длину и необходимую пропускную способность магистральных линий;

– смягчить последствия аварий на центральных электростанциях и главных линиях электропередачи за счет собственных источников энергии;

– обеспечить взаимное резервирование электрогенерирующих мощностей;

– снизить воздействие на окружающую среду за счет применения средств альтернативной энергетики;

– принимать участие в управлении спросом на электроэнергию.

Полный переход от мощных центральных электростанций и окончательная децентрализация электрогенерации в настоящее время невозможна как по экономическим соображениям, так и в связи со сложностью управления множеством объектов и их технического обслуживания, необходимостью постоянного поддержания баланса генерации и потребления, необходимостью наличия резервных мощностей.

Устройства распределённой генерации могут использоваться для обеспечения критических нагрузок качественной энергией, изолируя их от возмущений, возникающих в сети. Устройства распределённой генерации



могут также использоваться в качестве резервных генераторов для обеспечения питания критических нагрузок при длительных отключениях энергоснабжения. Кроме того, они могут применяться для управления нагрузкой с целью снижения пикового потребления. Принципиальная схема подключения РГ приведена на рисунке 1.

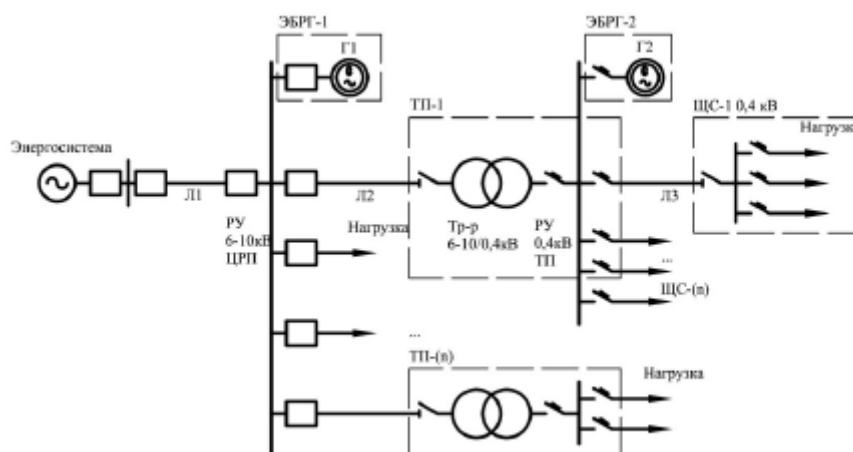


Рисунок 1-Принципиальная схема подключения РГ

В настоящее время преобладающей технологией распределённой генерации являются поршневые машины, но по мере развития технического прогресса становятся более привлекательными другие технологии, в частности, микротурбины и топливные элементы которые приведены в таблице 1.

Таблица 1-Развитие технологий распределённой генерации

Поршневые машины		Микротурбины	Топливные элементы
Период времени	продолжают использоваться	начинают внедряться	с 2000-х
Применение	аварийное/резервное питание	ограничение пиков нагрузки и качество электроэнергии	основное питание и качество электроэнергии
Экономические факторы	300 – 600 \$/кВт Кпд – 33 - 45% утилизация – менее 5% 15 – 30 центов/кВт·ч	750 \$/кВт Кпд – 20 - 30% утилизация ~ 20% 10 - 15 центов/кВт·ч	1000* - 4000 \$/кВт Кпд - 45-60% утилизация – более 80% 5*центов/кВт·ч * прогнозируется



Если устройства распределённой генерации должны использоваться в качестве резервного питания, для питания нагрузки в период времени между нарушением питания и запуском аварийного генератора должно использоваться устройство аккумулялирования энергии.

Необходимость изменений в развитии энергетики в Республике Таджикистан вызвана совокупностью проблем и вызовов в отрасли, связанных, с одной стороны, с постоянно растущим уровнем и характером требований к результатам деятельности отрасли всех заинтересованных сторон, а с другой - внутренними проблемами функционирования энергетики, к которым в первую очередь относятся:

- снижение эффективности, темпов развития и надежности энергетики за счет высокого уровня износа оборудования и, как следствие, снижения общего уровня надежности электроснабжения потребителей, низкой энергоэффективности существующих технологий, применяемых в значительной части электростанций и электрических сетей, высокого уровня потерь при передаче и распределении электрической энергии.

- постоянный рост стоимости электроэнергии в последние 20 лет при отсутствии должного изменения качества электроснабжения;

- «уход» потребителей из централизованной генерации в распределённые системы, и как следствие, - изменение их роли и требований к энергетике;

- неразвитость (фактически отсутствие) рыночных отношений на розничном уровне и др.

Поиски решения вышеупомянутого спектра проблем (зарубежные страны имели от пяти до десяти лет назад во многом схожий) обусловили появление и быстрое развитие целого набора вызовов (драйверов):

- масштабное развитие распределенной генерации – научно-технический прогресс сравнивал по эффективности малую и крупную генерацию, что определило развитие конкуренции между крупной и малой генерацией;

- развитие новых продуктов и услуг обуславливают необходимость появления новых рынков, механизмов и сервисов в энергетике, в первую очередь «интернета вещей» - энергообеспечение гаджетов, сенсоров, датчиков;

- вовлечение потребителей в процесс купли-продажи электроэнергии и предоставление потребителям права выбора поставщиков меняет устоявшуюся систему взаимоотношений в отрасли и принципиально меняет роль и место потребителя;

- постоянный рост требований к качеству и надежности процессам энергоснабжения потребителей и функционирования энергосистемы на основе перехода от системно-ориентированного подхода (system-based approach –



англ.) к обеспечению этих свойств к клиенто-ориентированному (user (customer-based –англ.), новые требования к качеству и надёжности со стороны цифрового спроса, а также поддержанию различных уровней надёжности и качества электроэнергии в различных ценовых сегментах и поддержанию различных уровней надёжности и качества электроэнергии в различных ценовых сегментах.

Таким образом, с экономической точки зрения для внедрения систем распределенной генерации выполнения следующих основных условий: принятие национальной стратегии в области возобновляемых источников энергии и распределенной генерации (постановка цели и задачи); принятие нормативно-правовой и законодательной базы (установление структуры и правил деятельности на рынке); повышение добросовестности и прозрачности конкуренции со стороны традиционной энергетики; обеспечение роста инвестиции.

Источники:

1. Barker P. Overvoltage considerations in applying distributed resources on power systems/ P. Barker //IEEE Power Engineering Society Summer Meeting. – IEEE, 2002. – Т. 1. – С.109-114.
2. Cossent R., Gómez T., Frías P. Towards a future with large penetration of distributed generation: Is the current regulation of electricity distribution ready? Regulatory recommendations under a European perspective //Energy Policy. – 2009. – Т. 37. – №. 3. – С. 1145-1155.
3. Hernandez J. A., Velasco D., Trujillo C. L. Analysis of the effect of the implementation of photovoltaic systems like option of distributed generation in Colombia //Renewable and sustainable energy reviews. – 2011. – Т. 15. – №. 5. – С. 2290-2298.
4. Stewart, J. R., High phase order transmission-a feasibility analysis part II-overvoltage's and insulation requirements/ J.R. Stewart, D.D. Wilson //IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. – 1978. – №. 6. – С. 2308-2317.
5. Ерошенко С. А. и др. Научные проблемы распределенной генерации //Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2010. – №. 11-12.
6. Ратнер С. В. Управление качеством энергоснабжения в энергосистемах со смешанным типом генерации: организационно-экономические аспекты //Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – №. 19 (301).



Бахши 4
ДУРНАМОИ ИСТИФОДАИ МАНБАҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ
ЭНЕРГИЯ

Секция 4
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ

УДК 620.32

Абдуллоев М.А., Юсупов С., Қодиров А.

ФИЗИКА ВА ТЕХНИКАИ ТАБДИЛДИҲИИ ЭНЕРГИЯИ
ПНЕВМАТИКИИ БАЛАНДФИШОР БА ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ

Донишкадаи кӯҳӣ-металлургии Тоҷикистон
735730, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бӯстон, к. Московская 6

1. Маълумоти умумӣ

Гузориши масъала. Табдил додани энергияи пневматикӣ ба энергияи барқӣ дар таҷрибаи электроэнергетика кам истифода бурда мешавад, вале дар мавриди пайдо шудани зарурат барои ҳамин табдилдиҳӣ имконияти воқеӣ вучуд дорад. Махсусан, истифодаи он бо мақсади истихроҷи энергияи гармии об усули нави алтернативии истеҳсоли энергияи барқӣ ба шумор меравад ва ҳоло татбиқи амалӣ надорад.

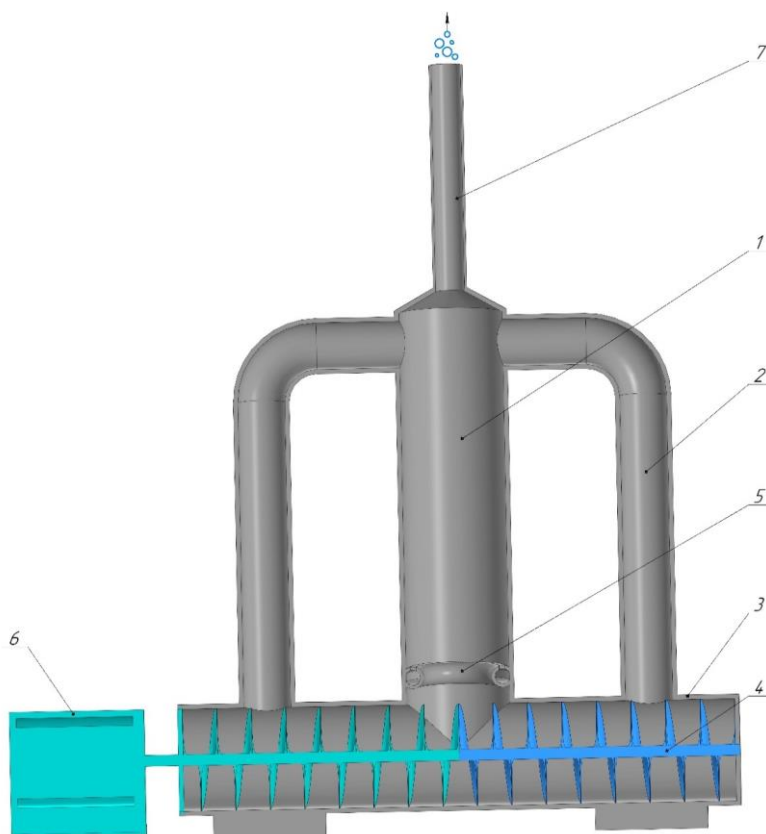
Амалӣ гардонидани ин усул бо сохтани турбинаи пневмогидростатикӣ (ТПГС) алоқаманд аст. Калимаи “пневмогидростатикӣ” бо истифодабарии ҳодисаҳои физикии пневматикӣ ва гидростатикӣ дар турбина алоқаманд аст. Тарҳи қисми кории он дар рас. 1 оварда шудааст.

Тарзи кори турбина ба гардиши пуршиддати такрорёбандаи сели об дар дохили лӯлаи сарбастаи “Ф” монанд асос ёфтааст. Сели об винти (4) шнекиро давр мезанонад. Барои ин лӯлаҳои (1,2,3,) турбиноро бо об пур кардан зарур аст. Ҳангоми ба қаъри сутуни оби турбина, тавассути пошдиҳаки (5) ҳаво – пулверизатор - ворид намудани сели хубобчаҳои ҳаво, бо таъсири қувваи Архимедӣ дар дохили турбина раванди пневмогидростатикӣ ба амал меояд, ки дар натиҷааш винти шнекӣ бо суръати кунҷии муайян давр мезанад ва он дар навбати худ, генератори барқиро ба кор меандозад. Дар ин раванд нақши манбаи ибтидоии энергияро, энергияи фишори дохилии ҳаво мебозад, ки



тавассути компрессор ба ҳавопошдиҳак равона карда мешавад. Аз нуқтаи назари қонуни ниғаҳдошташавии энергия, суръати даврзании шнеки турбина ва энергияи барқие, ки дар электрогенератор ҳосил мешавад, назиде аз кори он қуввахое аст, ки ҳубобҳои ҳаворо ба сутуни оби дастгоҳ ворид менамоянд. Ҳамин ҳолат соҳаи татбиқи дастгоҳи ТПГС – ро муайян менамояд. Онро дар мавриде истифода бурдан мумкин аст, ки: 1) - агар зарурати табдилдиҳии энергияи потенциалии (фишори) газҳо ҷой дошта бошад, масалан ҳангоми истихроҷи газҳои табиӣ аз ҷохҳои газӣ ё дигар манбаъҳо; 2) – ҳангоми истихроҷи энергияи гармии об.

Ҳамин мавриди дуҷуми истифодабарии ТПГС мароқангез аст, зеро аз ҳисоби фаровонтар будани обҳои табиӣ геотермалӣ ё ба тариқи сунӣ дар коллекторҳои Офтобӣ гармкардашуда, дастрастар мебошад.



Рас.1. Турбинаи ПГС (намуд аз пеш): 1 – Лўлаи марказӣ; 2 – лўлаҳои паҳлӯӣ; 3 – Лўлаи поёнӣ ва ҳам асоси ТПГС; 4 – винти шнекӣ; 5 – ҳалқаи лўлашакли бисёрсӯроҳа барои пошдиҳии ҳаво; 6 – генератори барқӣ; 7 – гарданаи лўла

Эзоҳ: Варианти аслии ТПГС бо асбобҳои ҷенкунандаи фишор, ҳарорат ва рӯйкаиҳои гармиизолятсиякунанда ҷиҳозонида мешавад инчунин, ба хати лўлагии манбаи оби гарм пайваст карда мешавад.



2. Ҳисобкунии параметрҳои энергетикӣ ТПГС бо фарзияҳои имконпазир

Ҳисобкунии пневмогидростатикӣ

Мавридеро дида мебароем, ки дар он ҳарорати оби дохилии турбина доимӣ аст ва тағйирёбии ҳаҷми (радиуси) ҳубобча танҳо аз ҳисоби тағйирёбии фишори гидростатикӣ ба амал меояд. Чунин вазъият ҳангоми табдилдиҳии энергияи гази (ҳавои) фишурдашуда тавассути ТПГС ба энергияи механикӣ (барқӣ) танҳо ҳангоми мувозинати термодинамикӣ, яъне ҳангоми баробар будани ҳароратҳои обу ҳубоб дар дохили турбина, ҷой дорад. Дар мавриди дигар - ҳангоми ворид шудани ҳавои ҳарораташ паст ба сутуни оби гарм ($T_x < T_{об}$), дар давоми ҳеле кӯтоҳи вақт раванди гармиивазкунии политропӣ ба амал меояд. Дар ин раванд аввал ҳубоб саҳт фишурда шуда, ҳарораташ ба ҳарорати об баробар мегардад, баъд раванди васеъшавии изотермии ҳавои ҳубоб сурат мегирад.

Натиҷаи ин равндҳо бо калон шудани ҳаҷми ҳубоб, назар ба ҳолати ибтидоии то раванди политропӣ ҷой дошта, анҷом меёбад. Ҳамин васеъшавии ҳаҷм бо истихроҷ шудани энергияи гармии об аз ҷониби ҳубобча маънидод карда мешавад. Минбаъд қувваи Архимедӣ ҳубобро ба ҳаракат оварда, гардиши сарбастаи обро дар турбина ба амал меорад ва энергияи истихроҷшуда ба энергияи механикии даврзании шнек, баъд ба энергияи барқӣ, табдил дода мешавад.

Ҳисобкунии термодинамикӣ нишон додаанд, ки ЗТФ-и табдилдиҳии энергияи гармии об ба энергияи барқӣ зиёда 50 %-ро ташкил медиҳад.

Ҳисобкунии гидростатикӣ

Чӣ тавре, ки маълум аст ба ҳубобчаи ҳавоӣ дар дохили сутуни обӣ қувваи болобардорандаи Архимедӣ таъсир менамояд, ки қимати мутлақаш баробари зерин аст:

$$F_A = \rho V g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g. \quad (1)$$

Бо таъсири ҳамин қувва ҳубоб ба самти сатҳи болоии об бо суръати ϑ ҳаракат намуда, дучори қувваи муқобилтаъсири Стоксӣ мегардад, ки қиматаш баробари зерин аст:

$$F_c = -6\pi\eta r\vartheta. \quad (2)$$

Дар ин ифодаҳо: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ - ҳаҷми ҳубобчаи ҳавоӣ радиусаш r , ки дар дохили сутуни об микдори оби ҳаҷмаш баробарченро танг карда мебарорад; ρ - зичии об; g - шитоби озодафтӣ; η - часпакии динамикии об ϑ - суръати лаҳзавии ҳаракати пешравандаи ҳубобча.



Лаҳзаероеро тасаввур менамоем, ки дар он ҳубобча дар қаъри сутуни об воқеъ гадида, ором истодааст ($\vartheta = 0$). Дар ин лаҳза ба ҳубобча танҳо қувваи Архимедӣ таъсир мерасонад ва ба он шитоби a , қиматаш тақрибан баробари g , вале самташ муқобилро мебахшад [1].

Пас аз вақти t суръати ҳубобча, бинобар дорои шитоб буданаш, баробари

$$\vartheta = at = -gt \quad (3)$$

мешавад, дучори таъсири муқобили қувваи Стоксӣ мегардад ва аз ин сабаб баробартаъсиркунандаи қувваҳо баробари зерин мешавад:

$$ma = F_A - F_c. \quad (4)$$

Мувофиқи ифодаи (2), бо мурури афзоиш ёфтани ϑ , қувваи F_c низ афзоиш меёбад ва ҳолате ба амал меояд, ки дар он $F_A = F_c$ мегардад. Дар чунин ҳолати мувозинати қувваҳо ҳубоб бояд бо суръати доимӣ ҳаракат намояд, бинобар ҳамин дар асоси формулаҳои (1) ва (2) муодилаи зерин ҷой дорад:

$$\frac{4}{3} r^2 \rho g + 6\dot{\eta} \vartheta = 0. \quad (5)$$

Аз ин ҷо:

$$\vartheta = -\frac{2}{9} \frac{\rho g}{\dot{\eta}} * r^2 = -A r^2, \quad (6)$$

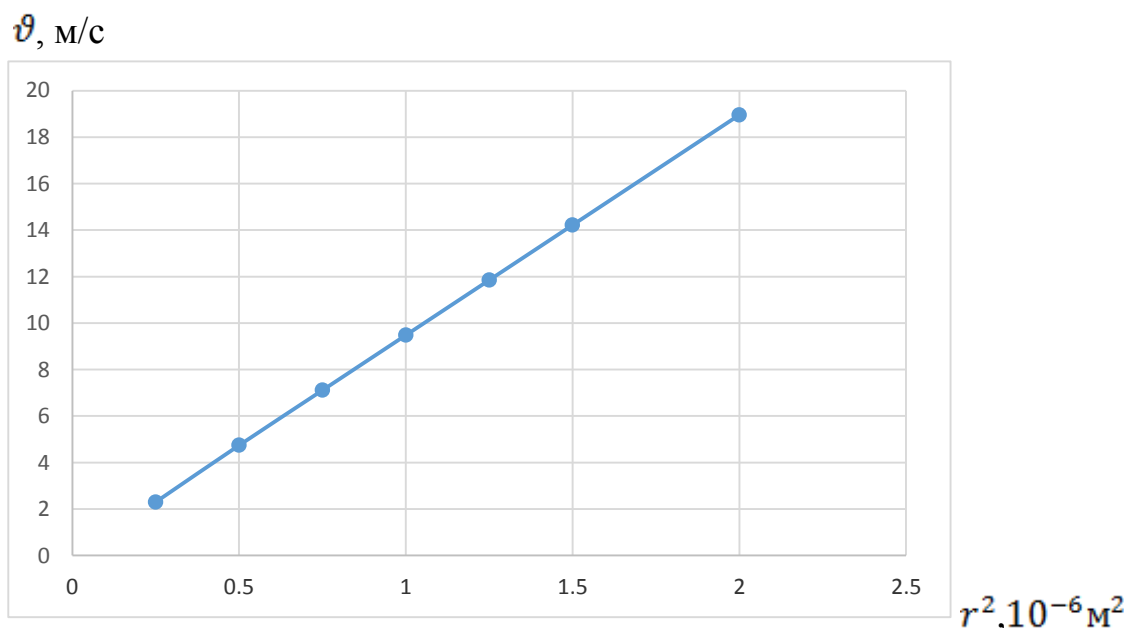
инҷо $A = -\frac{2}{9} \frac{\rho g}{\dot{\eta}}$ бузургии доимӣ аст. Барои оби гарми ҳарораташ 100°C ва фишораш зиёдтар аз 1 ат буда, доимихоии ифодаи (6) баробари зерин мешавад:

$$\dot{\eta} = 282,2 * 10^{-6} \text{ н * с/м}^2, \rho = 1 * 10^3 \text{ кг/м}^3 \text{ ва } g=9,81 \text{ м/с}^2.$$

Бо назардошти додашудаҳои болоӣ вобастагии ϑ (r^2) муайян карда, натиҷааш дар ҷадвали 1 ва графикааш дар расми 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1. Вобастагии суръати ҳаракати ҳубобча аз квадрати радиуси он, ҳангоми доимӣ будани ҳарорат дар сутуни оби турбинаи пневмогидростатикӣ

$r^2, 10^{-6} \text{ м}^2$	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2
$\vartheta, \text{ м/с}$	2,3	4,74	7,11	9,48	11,85	14,22	18,96



Рас.2. Вобастагии суръати ҳаракати ҳубобча аз квадрати радиуси он ҳангоми доимӣ будани ҳарорат дар сутуни оби турбинаи пневмогидростатикӣ.

Аз графика дида мешавад, ки вобастагии суръати ҳаракати болоравандаи ҳубобчаи ҳавоӣ аз квадрати радиуси ҳубоб дар дохили сутуни оби турбина хатӣ аст ва ҳислати сершавӣ надорад. Аз ин ҷо хулоса мебарояд, ки: **ҳангоми ҳаракати ҳубобчаи ҳавоӣ дар сутуни амудии об, барои қимати додашудаи η , суръати он ҳамеша афзоиш меёбад ва қувваи соиши Стоксӣ ҳеҷ гоҳ бо қувваи Архимедӣ дар мувозинати устувор шуда наметавонад, балки ин мувозинат ҳислати лаҳзавӣ дорад. Чунин вазъият аз ҳисоби тағйирёбии мунтазами фишори гидростатикӣ, вобаста ба баландии сутуни об ва васеъшавии мувофиқи ҳаҷми ҳубоб, маънидод карда мешавад.**

Дар ТПГС ҳамин афзоиши суръати ҳубоб афзоишҳои мувофиқи суръати гардиши обро дар дохили турбина ба амал меорад, он ҷархҳои шнекиро давр занонида, генератори барқиро ба кор меандозад.

Бояд қайд намуд, ки барои ворид намудани ҳубобчаи ҳаҷми ибтидоиаш V_0 ва радиусаш r_0 ба қаъри сутуни обӣ коре иҷро мешавад, ки аз баландии (фишори) сутуни об вобаста аст. Ҳамин кори сарфшуда ба энергияи кинетикии оби гардишкунанда ва минбаъд ба энергияи барқӣ табдил меёбад. Дар ин вақт ЗТФ - и табдилдиҳӣ ба ЗТФ - и электроагрегат баробар хоҳад шуд, ки қимати он зиёда аз 90 % аст.

Хулоса. Тавассути ТПГС энергияи потенциалии (фишори) ҳаворо бо талафоти камтарин ба энергияи барқӣ табдил додан мумкин аст.



2.2. Таъсири фишори гидростатикӣ ба радиуси хубобча дар сутуни оби турбинаи пневмогидростатикӣ

Ҳангоми якхела будани ҳарорати сутуни об ва хубобча тағйирёбии радиуси хубобча r_0 танҳо аз ҳисоби тағйирёбии фишор P , бо мурури болоравии он дар дохили сутуни об, ба амал меояд. Дар ин вақт вобастагии радиуси хубобча аз фишори об бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$r = r_0 \sqrt[3]{\frac{P_0}{P}} \quad (7)$$

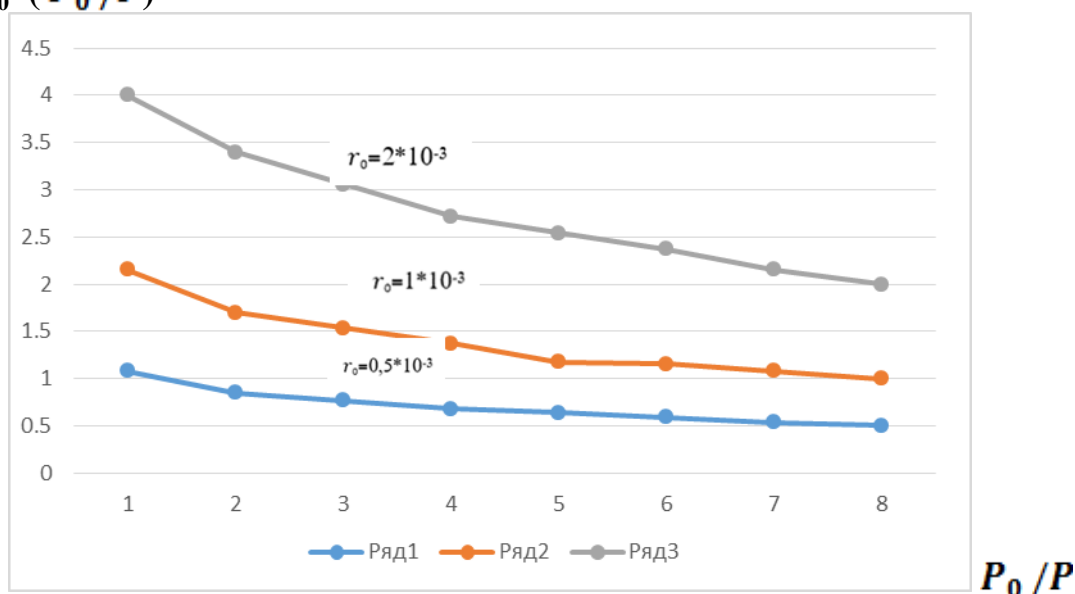
инчо r ва P ҳамон бузургиҳо дар савияи дилхоҳи болоии сутуни об.

Ҳисобкуниҳои дар асоси ифодаи (7) иҷрогардида дар ҷадвали 2 оварда шудааст ва графикаи он дар расми 3 тасвир шудааст.

Ҷадвали 2. Вобастагии радиуси хубобча аз фишори гидростатикӣ сутуни оби турбина, ҳангоми $P_0 = 2 \cdot 10^5$ Па ва $r_0 = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м – $2,0 \cdot 10^{-3}$ м будан

$\frac{P_0}{P}$	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
$r, 10^{-3}$ м	$r_0 = 0,5$	0,538	0,592	0,635	0,678	0,764	0,850	1,077	-
	$r_0 = 1,0$	1,077	1,185	0,780	1,375	1,538	1,701	2,154	-
	$r_0 = 2,0$	2,154	2,370	2,542	2,714	3,057	3,400	4,300	-

$$r = r_0 * (P_0 / P)^{1/3}$$



Расми 3. Вобастагии радиуси хубобча аз қимати нисбии фишори гидростатикӣ сутуни оби турбина, ҳангоми $P_0 = 2 \cdot 10^5$ Па ва $r_0 = (0,5 - 2,0) \cdot 10^{-3}$ м будан



Аз графика дида мешавад, ки радиуси ҳубобча бо мурури кам шудани фишори сутуни об, яъне вобаста ба боло шино кардани ҳубоб дар турбина, зиёд мешавад ва он ба решаи кубии қимати нисбии фишор мутаносиби чаппа аст.

Хулоса: Натиҷаҳо, ки дар банди мазкур оварда шудаанд, ҳангоми балоиҳагирии турбинаҳои пневмогидростатикӣ ба назар гирифта мешаванд ва барои муайянкунии нишондиҳандаҳои энергетикӣ ва самаранокии онҳо чун шарт ибтидоӣ истифода бурда мешаванд.

Адабиёт

1. Черняк О.В. Основы теплотехники и гидравлики. – М.: “Высш. школа”, 1974. 237 с.

2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по Физике. – М.: “Наука”, 1968, 940 с.

3. Қодиров А., Розиков З.А., Иброҳимов И.М. Усулҳои истеҳсоли энергияи барқӣ аз ҳисоби энергияи фишори гази табиӣ ҳангоми истихроҷи он аз конҳо. - Маводҳои конференсияи Ҷумҳуриявӣ “Муаммоҳои саноати кӯҳӣ – металлургӣ ва энергетика” – Чкаловск: Наш- ти ДКМТ, 2014.

4. Қодиров А. Извлечение внутренней тепловой энергии воды и возможности её преобразования в электроэнергию. – Чкаловск: Наш- ти ДКМТ, 2014.

5. Қодиров А. Пневмогидростатический способ извлечения внутренней тепловой энергии воды. - Материалы международной научно – практической конференции, посвященной десятилетию действий «Вода для жизни» - Чкаловск: Из-во ГМИТ, 2015.

6. Қодиров А., Исматов Ш.Р., Юсупов С.М. Технология производства электроэнергии за счёт использования грунтовых вод в шахтных стволах. - Чкаловск: Изд-во ГМИТ, 2015.

7. Азизов Р.О., Қодиров А. Деги пневмогидростатикӣ. Нахустпатент ТҶ 626 аз 03.05.2013.

8. Азизов Р.О., Қодиров А., Сулаймонова Н.А. Турбинаи пневмогидростатикӣ бо чархи кори шнекӣ. Нахустпатент ТҶ 873 аз 28.12.2016.



УДК 621.313.13

Абдуҳакимов Н.К.*

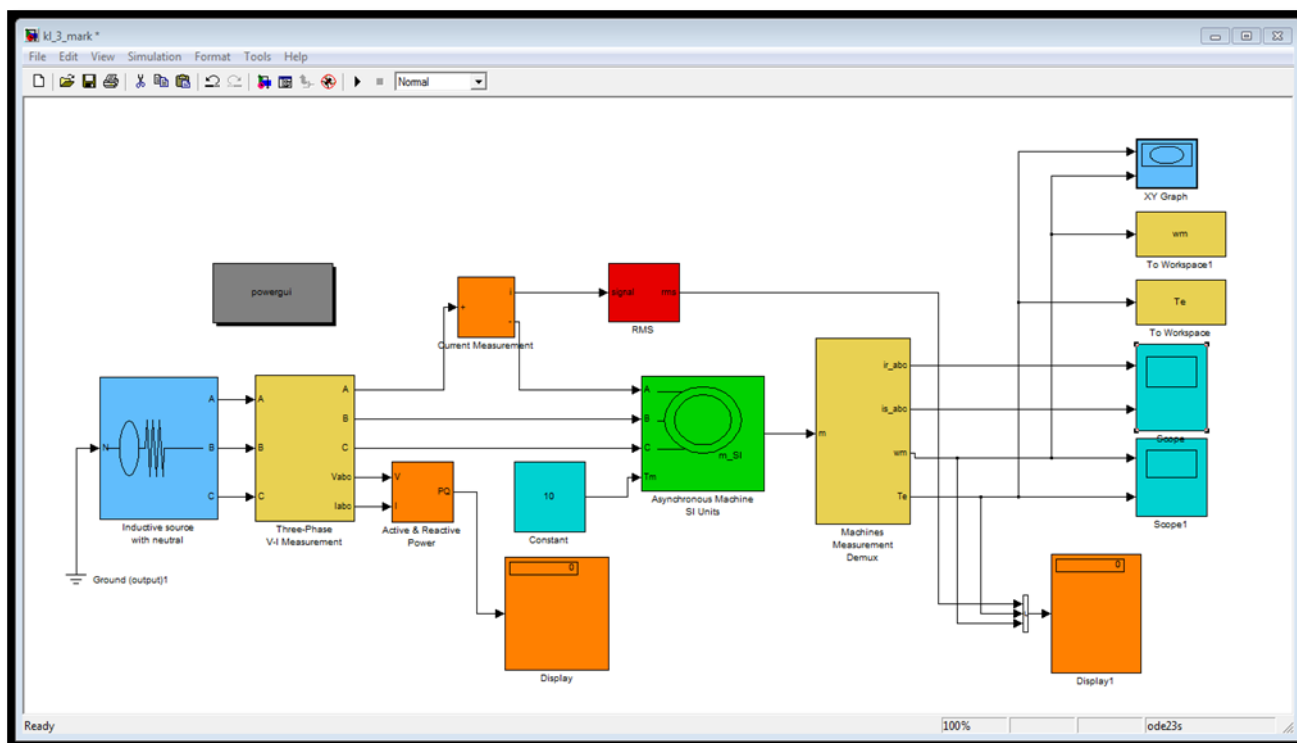
ТАҲЛИЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИИ РОТОРАШ КЎТОҲВАСЛИ СЕФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ

*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автоматии барқӣ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: abduhakimov.nizomiddin@mail.ru

MATLAB - аз ду калима сохта шудааст: MAT – матритса, LAB – лаборатория, яъне лабораторияи матрисавӣ номидан мумкин аст. MATLAB системаи мураккаб ва паҳнғаштатарин дар байни олимони соҳаҳои гуногун мебошад, ки барои коркарди ахборот, ҳалли муодилаҳо, моделиронӣ, барномарезӣ, тартибдиҳии таҷҳизотҳо ва ғайраҳо истифода бурда мешавад. Мо дар ин барнома тадқиқи муҳаррики асинхронии ротораш кӯтоҳвасли сефазаро месанҷем.

Дар барномаи MATLAB модели зерин тадқиқи муҳаррики асинхронии ротораш кӯтоҳвасли сефазаро ҳосил кардем. Модели аз чунин функсияҳо иборат аст, дар расми 1 оварда шудааст.

Манбаи шиддати сефазаи тағирёбанда inductive source with neutral аз китобхонаи Power system Blockset/Extra Library/Three-Phase- Library; Таҷҳизоти ченкунандаи шиддат ва чараёни сефаза Three-Phase V-1 Measurement аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement; Муҳаррики асинхронии сефазаи тадқиқшаванда Asynchronous Machine аз китобхонаи Power System Blockset/Machines; Таҷҳизотҳои ченкунандаи тавоногии активӣ ва реактивӣ P_1 , Q_1 аз китобхонаи Power System Blockset/Extras/Measurement; Отсиллограф (Scope) барои визуализатсияи чараёни ротор ва статор, суръат ва моменти муҳаррики асинхронӣ ва $Display_1$ барои нишон додани натиҷаҳои рақамии тавоногӣ аз китобхонаи Simulink/Sinks; Constant барои додани вазифаи моменти механикӣ ба наварди муҳарриҳо аз китобхонаи асосии Simulink/Source; Machines Measurement аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement; $Display_2$ барои нишон додани натиҷаҳои рақамии моменти электромагнитӣ (Нм) ва суръати муҳарриҳо (рад/с) аз китобхонаи асосии Simulink/Sinks; Mux барои васл кардани се сигнал ба як векторӣ аз китобхонаи асосии Simulink/Signal & System.



Расми 1. Модел барои тадқиқи муҳаррики асинхронӣ

Маълумотҳои техникийи муҳаррики асинхронӣ

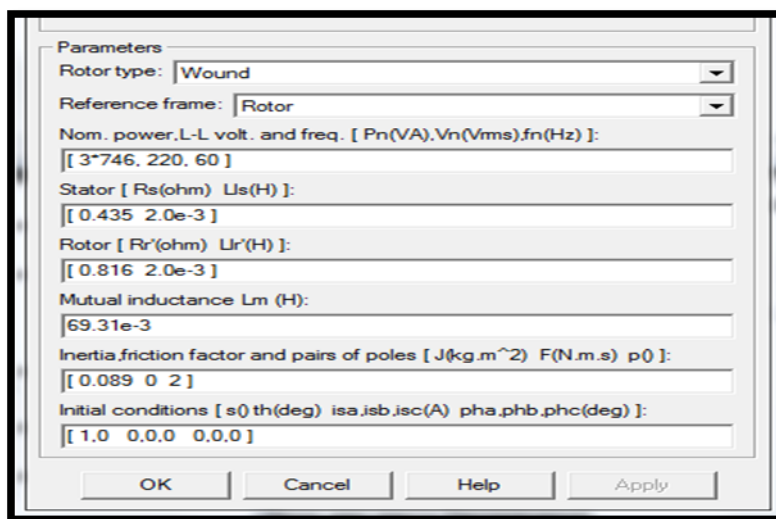
Ҷадвали 1. Маълумоти техникийи муҳаррики асинхронӣ.

Навъ ва андоза	$P_{НОМ}$, кВт	$n_{НОМ}$, гар/дак	$\eta_{НОМ}$, %	$\cos\varphi_{НОМ}$	$\frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{\delta}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{min}}{M_{НОМ}}$	$\frac{I_{\delta}}{I_{НОМ}}$	J, кг·м ²
4A90L4УЗ	2,2	1425	80	0,83	2,2	2	1,6	6,0	$56 \cdot 10^4$

Дар равзанаи корӣ пасиҳам дода мешавад:

Намуди ротор (Rotor Type), дар менюи ин қисм 2 намуд ротор дода мешавад: ротори фазавӣ ва ротори кӯтоҳвалс; Системаи ҳисоб ҳангоми анализ (Reference frame); Таъвоногӣ, шиддати номиналии ҳаракаткунандаи ҳаттӣ ва басомад; Параметрҳои схемаи таъвизии статор; Параметрҳои схемаи таъвизии ротор; Параметрҳои занҷири магнитноккунии муҳаррик; Моменти инерсия, коэффитсиенти соиш, шумораи чуфти кутбҳо; Шартҳои оғоз барои моделиронӣ.

Аз расми 2. аён аст, ки барои моделиронии муҳаррик маълумоти шиносмавии он нокифоя аст. Аз ҳамин сабаб, маълумоти ҳисобӣ бояд муаян карда шавад.



Расми 2. Равзанаи кори мухаррики асинхронӣ.

Маълумоти ҳисобии мухаррики асинхронӣ

Ҷадвали 2. Маълумоти ҳисобии мухаррики асинхронӣ.

Sn	0.5
Sk	3.244
c1	1.035
Pn+dPmax	2292
Rs	3.323
Rr	1.587
Ls=Lr	0.2546
LIs=Llr	0.008522
Lm	0.2461
LIs/Lm	0.03463

Пас аз муайян кардани параметрҳои ҳисобии мухаррики асинхронӣ, қимматҳои муайян шударо ба равшанаи кори мухаррики асинхрониро ворид намуда, тадқиқотро оғоз менамоем.



Parameters

Rotor type:

Reference frame:

Nom. power, L-L volt., and freq. [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:

Stator [Rs(ohm) Lls(H)]:

Rotor [Rr'(ohm) Llr'(H)]:

Mutual inductance Lm (H):

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg.m²) F(N.m.s) p0]:

Initial conditions [s0 th(deg) isa, isb, isc(A) pha, phb, phc(deg)]:

OK Cancel Help Apply

Расми 3. Равзанаи кори муҳаррики асинхронӣ.

Parameters

Phase-to-ground peak voltage (V):

Phase angle of phase A (Degrees):

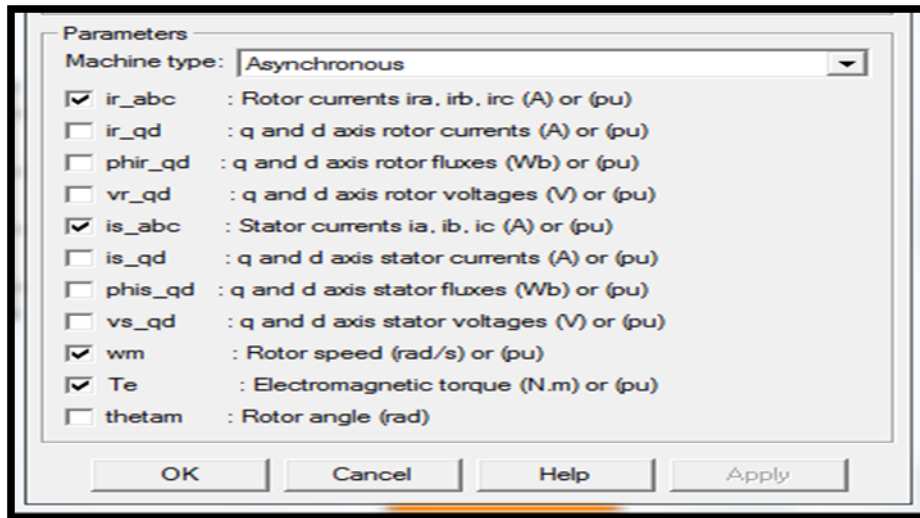
Frequency (Hz):

Source resistance (Ohms):

Source inductance (H):

OK Cancel Help Apply

Расми 4. Равзанаи кори манбаъ.

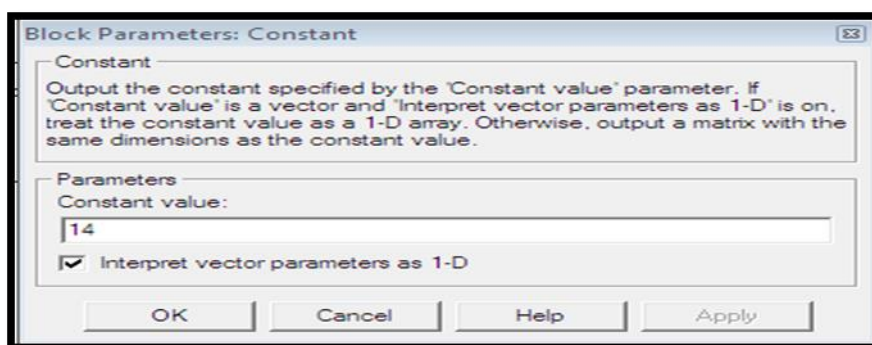


Расми 5. Равзанаи кори Machines measurement.

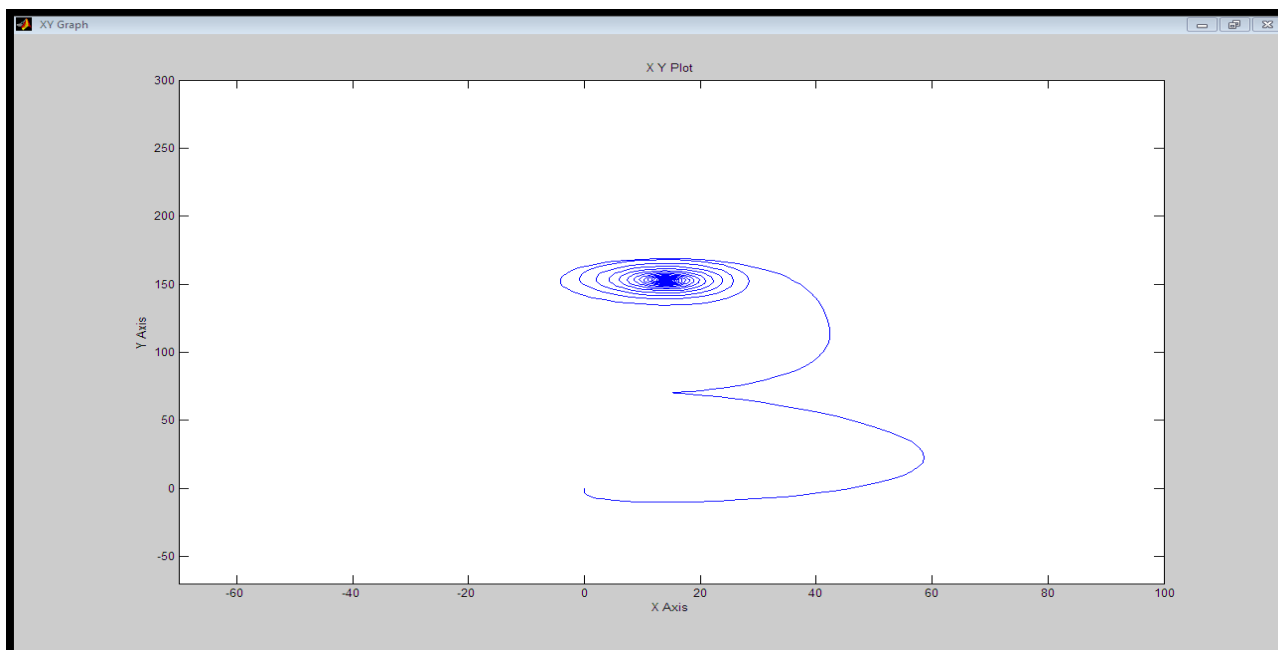
Сохтани характеристика ва равандҳои гузариши муҳаррики асинхронӣ.

Сохтани характеристикаи механикии муҳаррик, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ дар наварди муҳаррики асинхронӣ гузаронида, характеристикаи механикии муҳаррик муайян карда мешавад.

Сарборӣ ҳангоми $M_c=14 \text{ Н*м}$ будан.

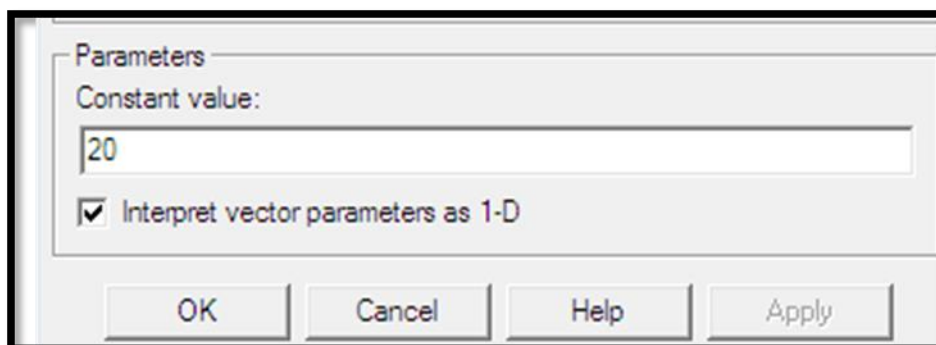


Расми 6. Равзанаи кори Constant.

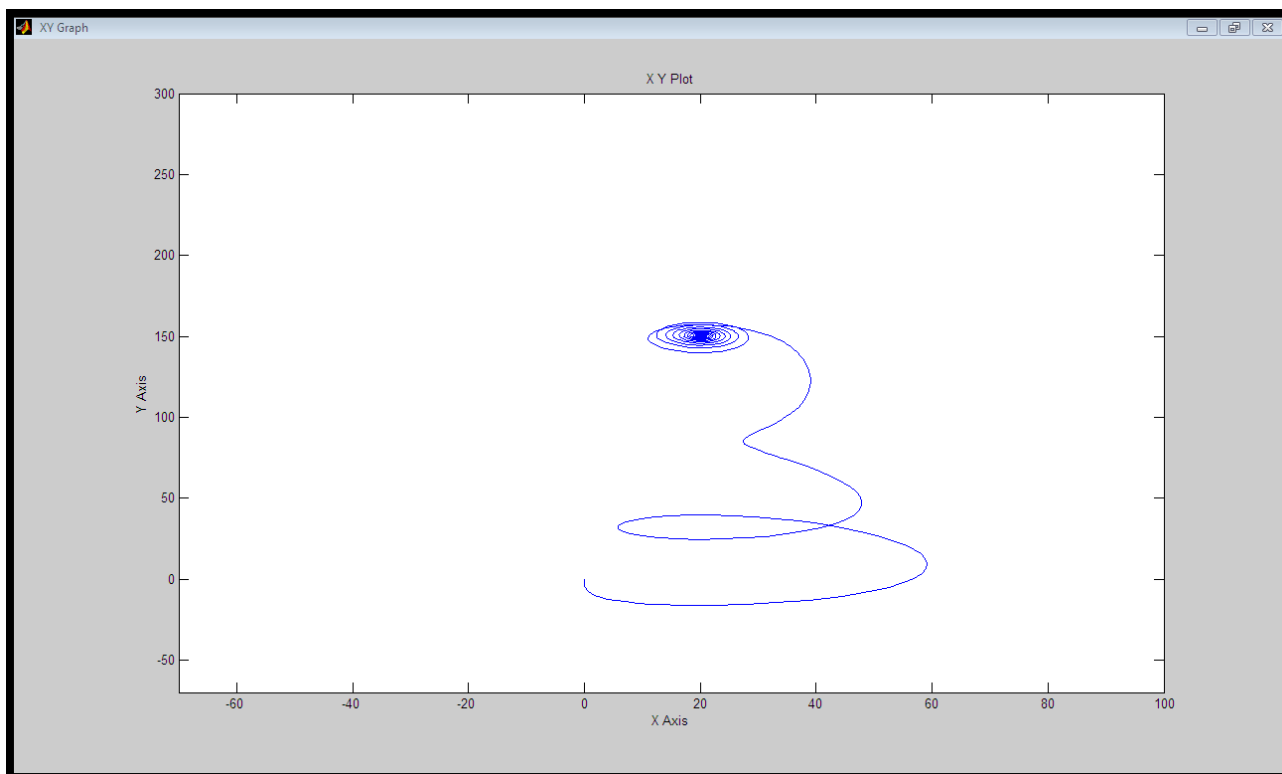


Расми 7. Хarakterистикаи механикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=14 \text{ Н*м}$ будан.

Сарборӣ ҳангоми $M_c=20 \text{ Н*м}$ будан.

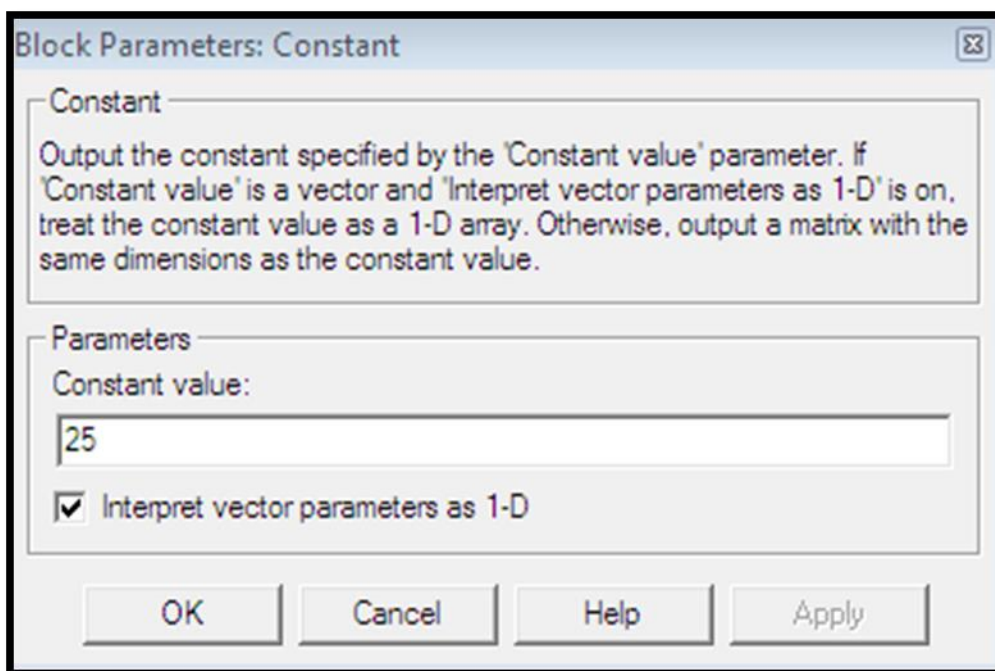


Расми 8. Равзанаи қории Constant.

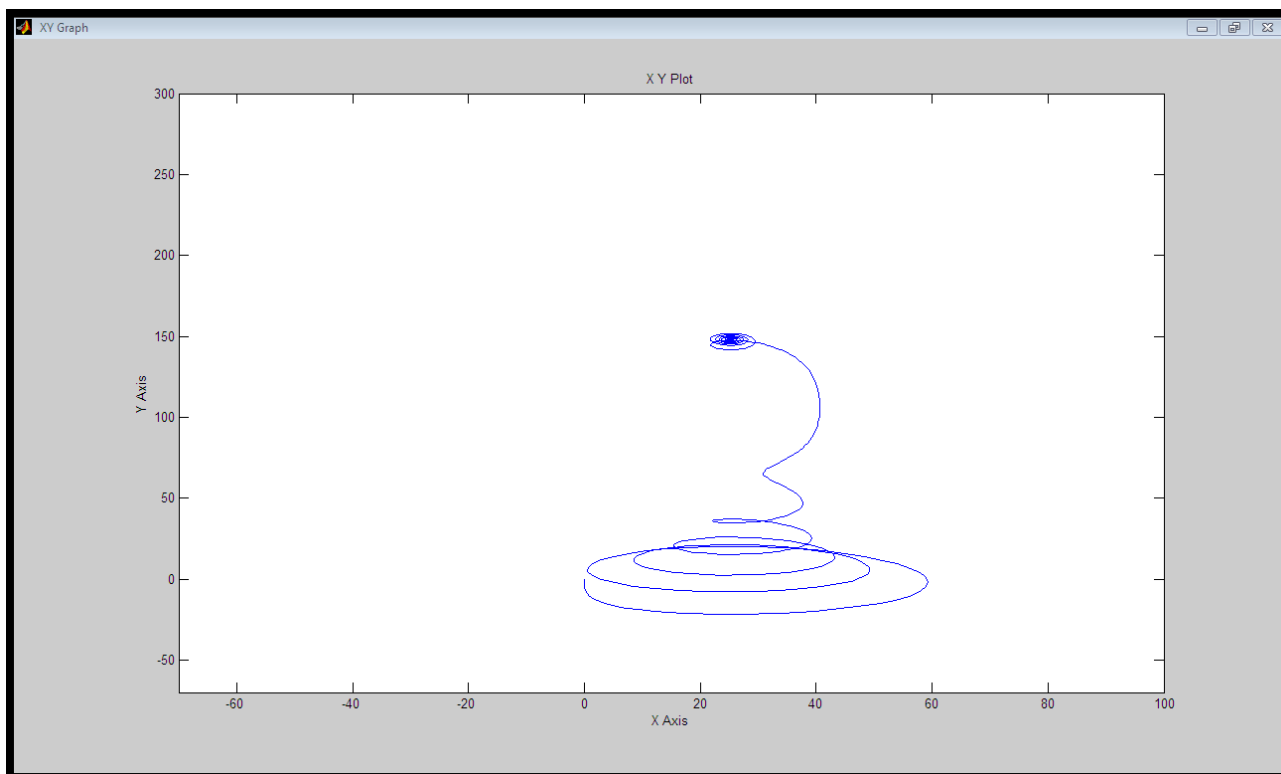


Расми 9. Характеристикаи механики муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=20 \text{ Н*м}$ будан.

Сарборӣ ҳангоми $M_c=25 \text{ Н*м}$ будан.

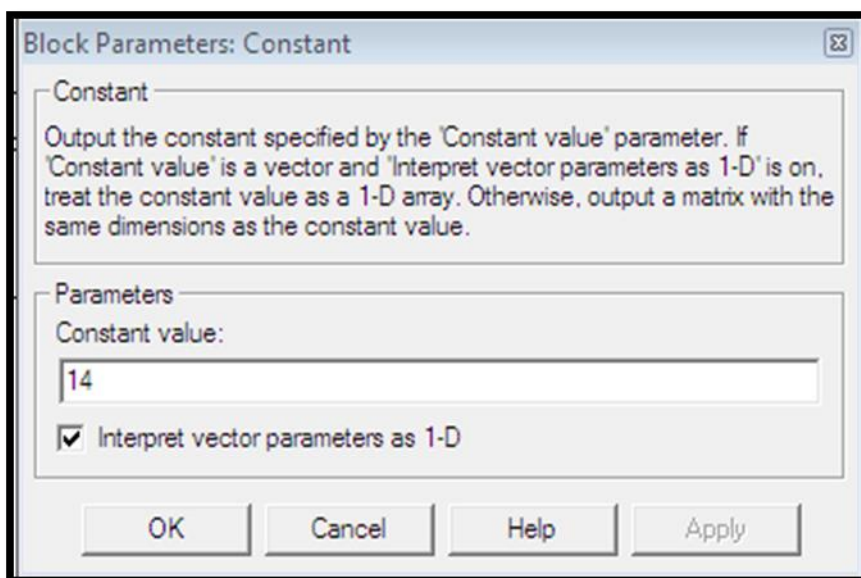


Расми 10. Равзанаи кори Constant.

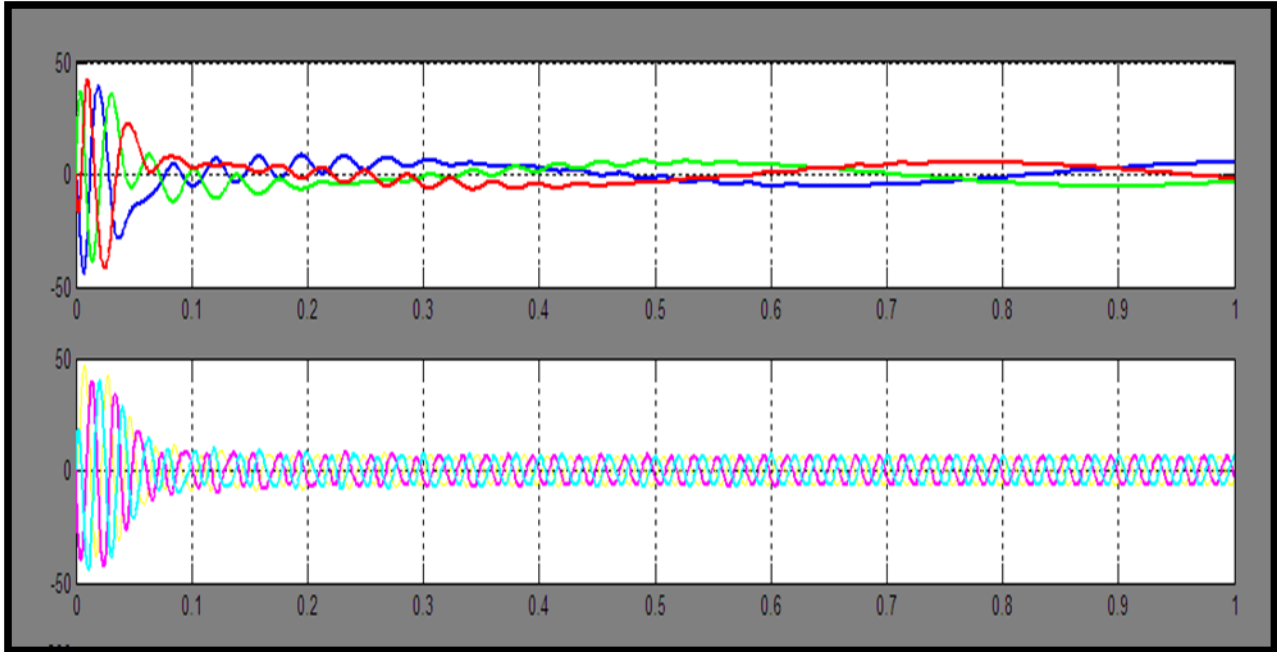


Расми 11. Хarakterистикаи механикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=25 \text{ Н*м}$ будан.

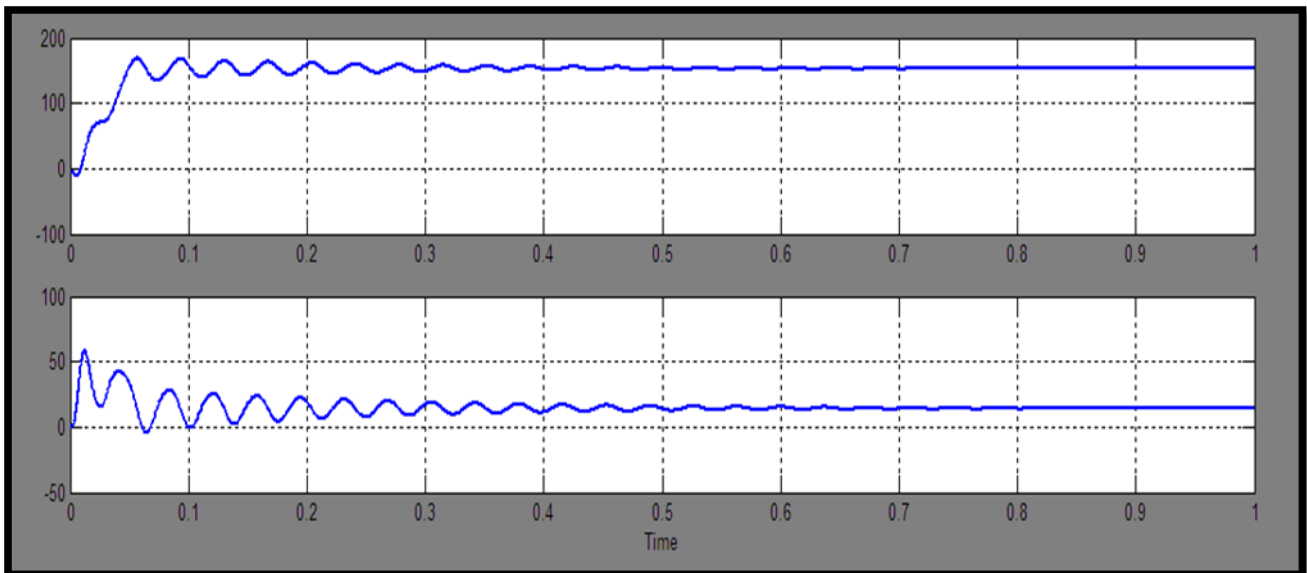
Соختани равандҳои гузариши муҳаррик дар вақти бақорандозӣ, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ дар наварди муҳаррики асинхронӣ гузаронида, раванди гузариши муҳаррик дар вақти бақорандозӣ, муайян карда мешавад. Сарборӣ ҳангоми $M_c=14 \text{ Н*м}$ будан.



Расми 12. Равзанаи кории Constant.

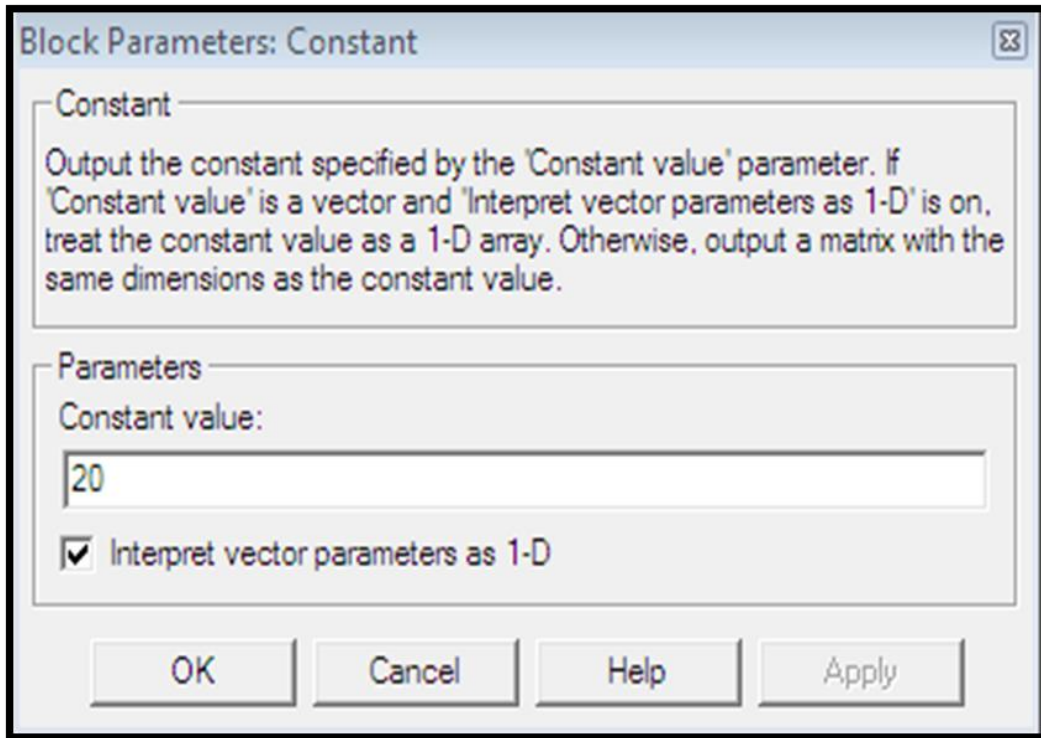


Расми 13. Раванди гузариши ҷараёни ротор ва статори муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=14 \text{ Н*м}$ будан.

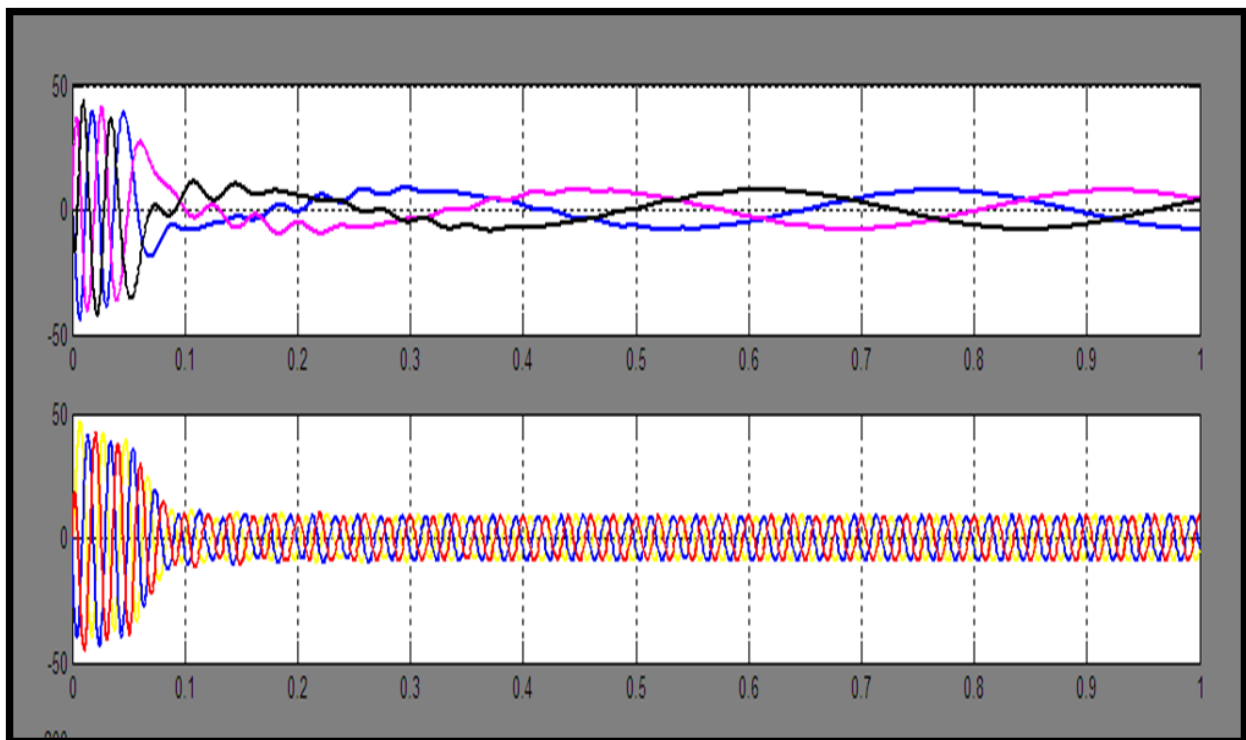


Расми 14. Раванди гузариши суръат ва моменти муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=14 \text{ Н*м}$ будан.

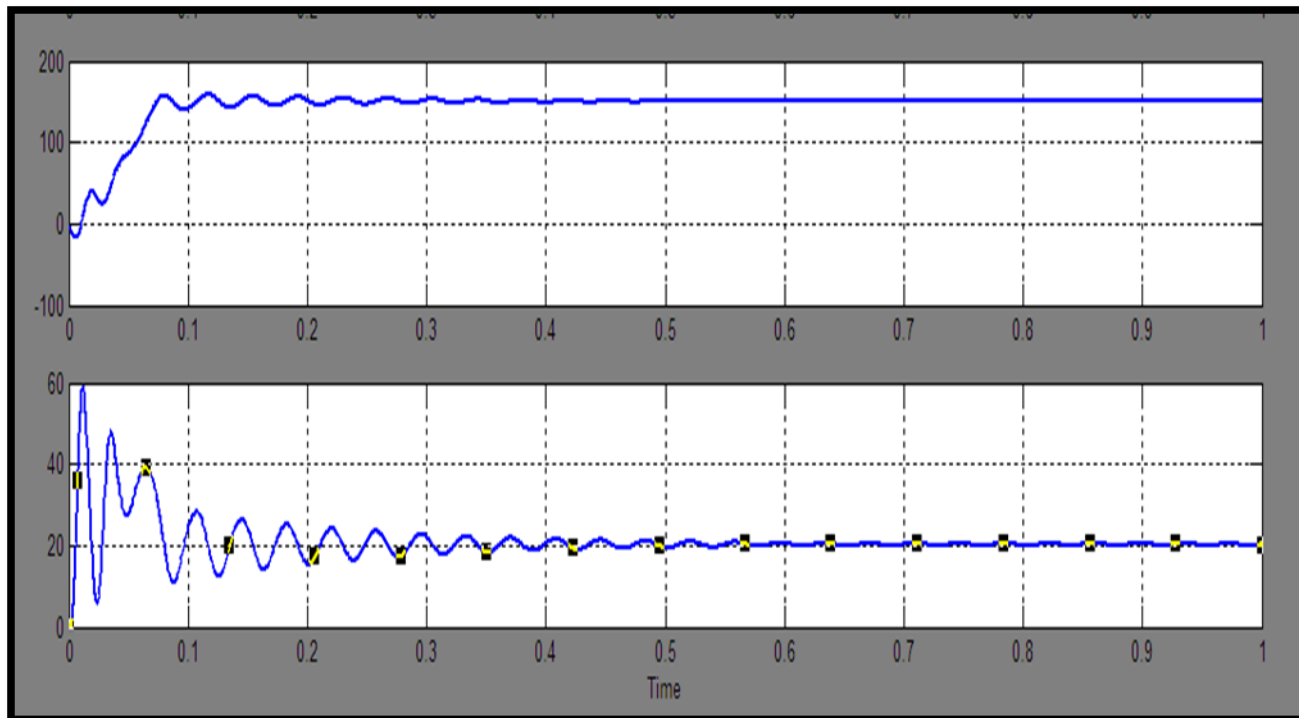
Сарборӣ ҳангоми $M_c=20 \text{ Н*м}$ будан.



Расми 15. Равзанаи кории Constant



Расми 16. Раванди гузариши ҷараёни ротор ва статори муҳаррик хангоми сарборӣ
 $M_c=20 \text{ Н*м}$ будан



Расми 17. Раванди гузариши суръат ва моменти муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=20Н*м$ будан.

Хулоса

Дар ин модел мо бо муҳаррики асинхронии ротораш кӯтоҳвасл таҷриба гузаронидем. Бо роҳи моделиронӣ ба наварди муҳаррик – сарборӣ васл кардем ва таҷриба гузаронидем. Дар раванди таҷриба қимматҳои сарбориро тағйир дода қимматҳои суръат, момент, характеристикаи механикӣ ва ҷараёни ротор ва статорро муайян кардем. Бар замми ин вобастагии сарбориро ба қимматҳои бақорандозӣ муайян кардем, ки исботи гуфтаамон дар расмҳо ва графикҳои ин кор оварда шудааст.

Феҳисти адабиёт

1. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходушных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с., ил.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.



УДК 621.313.13

Абдуҳакимов Н.К.*

ТАҲЛИЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИИ РОТОРАШ КЎТОҲВАСЛИ СЕФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ

*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автоматии барқӣ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: abduhakimov.nizomiddin@mail.ru

Дар барномаи MATLAB модели зерин тадқиқи ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимӣ дар вақти бакорандозии реостатӣ ҳосил кардем. Модели аз чунин функсияҳо иборат аст, дар расми 1 оварда шудааст.

Ground заминвасли даромад ва баромад аз китобхонаи Power System Blockset/Connectors; E манбаи шиддати доими занҷир ва Ef манбаи шиддати доимии симпечи ангезиш аз китобхонаи Power System Blockset/Electrical Sources; Timer барои идораи қатъу васли калид бо воситаи вақт аз китобхонаи Power System Blockset/Extra library/Control Blocks; Ideal Switch барои қатъу васли занҷир аз китобхонаи Power System Blockset/Power Electronics; Series RLC (R) бори активӣ аз китобхонаи Power System Blockset/Elements; Таҷҳизотҳои ченкунандаи шиддат V_1 аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement; Demux барои сигналро аз 1 – то ба 4 – то гардонидани сигнал аз китобхонаи Simulink/signals & Systems; Subsystem барои кам кардан ва ба дохили худ гирифтани элементҳои занҷир аз китобхонаи Simulink/Subsystem; Дар дохили Subsystem:

1. Step барои идораи калид бо воситаи вақт аз китобхонаи Simulink/Sources;

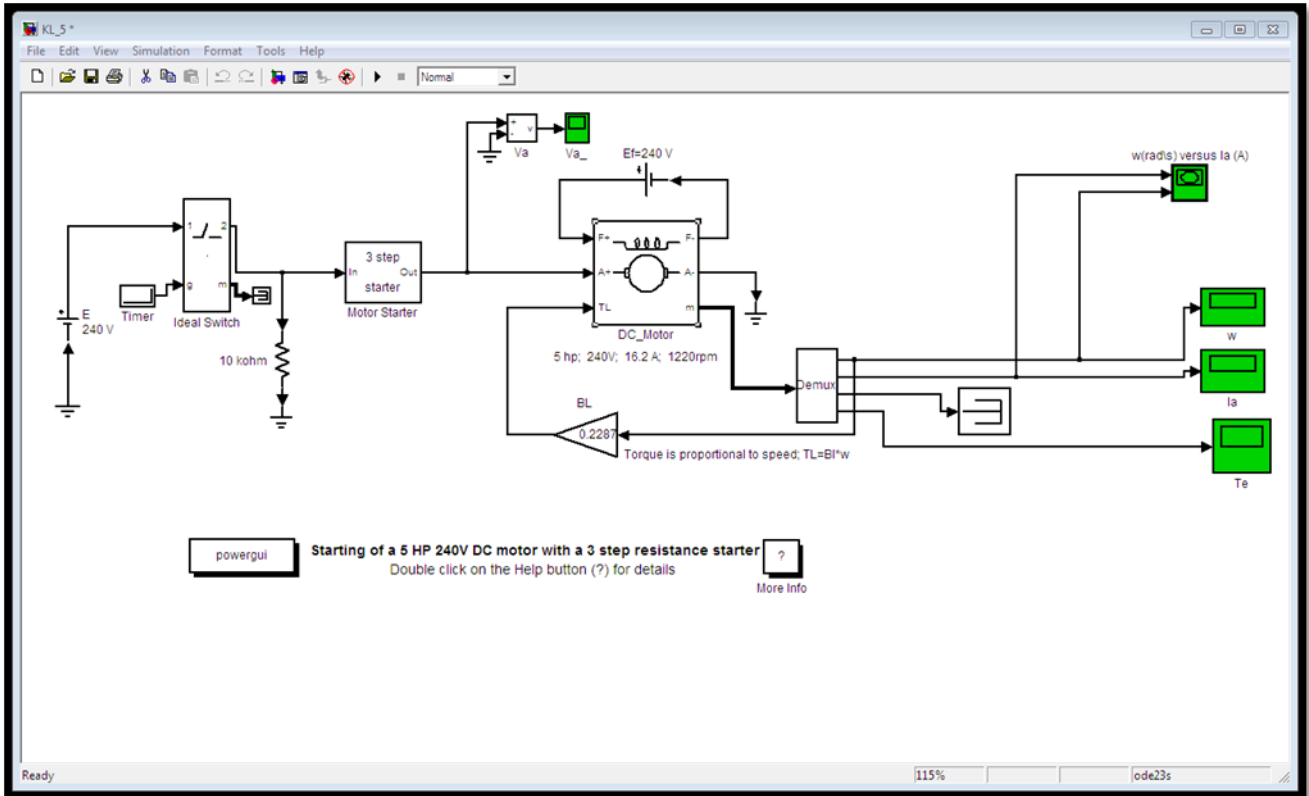
2. Breaker калид барои коммутатсияи муқовиматҳо аз китобхонаи Power System Blockset/Elements;

3. Series RLC (Resistor) муқовимат барои идораи раванди бакорандозии реостатии муҳаррик аз китобхонаи Power System Blockset/Elements;

Gain сарборӣ ба наварди муҳаррик аз китобхонаи Simulink/Math; Отсиллограф (Scope Va) барои визуализатсияи графикаи шиддати занҷир аз китобхонаи Simulink/Sinks; XY Graph барои сохтани характеристикаи электромеханикии муҳаррик аз китобхонаи Simulink/Sinks; DC_Motor муҳаррики тадқиқшаванда аз китобхонаи Power System Blockset/Machines; Отсиллограф (Scope 1) барои



визуализация графиков скорости кунҷӣ, ҷараёни якор ва моменти электромагнитӣ аз китобхонаи Simulink/Sinks;



Расми 1. Модел барои тадқиқи ҲЭЧД.

Маълумотҳои техникийи муҳаррики ҷараёни доимӣ

Ҷадвали 1. Маълумоти техникийи ҳаракатовари электрикийи ҷараёни доимӣ.

Навъ ва андоза	$P_{НОМ}$, кВт	$U_{НОМ}$, В	$n_{НОМ}$, гар/дак	$n_{МАХ}$, гар/дак	$\eta_{НОМ}$, %	$R_{я}$, Ом	R , Ом	R_f , Ом	$L_{я}$, мГн
2ПН180МУХД4	26	220	3150	3500	89	0.02	0.02	49.2	0.68



Parameters	
Armature resistance and inductance [Ra (ohms) La (H)]	[0.6 0.012]
Field resistance and inductance [Rf (ohms) Lf (H)]	[240 120]
Field-armature mutual inductance Laf (H) :	1.8
Total inertia J (kg.m ²)	1
Viscous friction coefficient Bm (N.m.s)	0
Coulomb friction torque Tf (N.m)	0
Initial speed (rad/s) :	1

OK Cancel Help Apply

Расми 2. Равзанаи кории муҳаррики ҷараёни доимӣ.

Аз расми 2. аён аст, ки барои моделиронии муҳаррики ҷараёни доимӣ маълумоти шиносномавии он нокифоя аст. Аз ҳамин сабаб, маълумоти ҳисобӣ бояд муаян карда шавад.

Маълумоти ҳисобии муҳаррики ҷараёни доимӣ.

$$I_f = \frac{U_f}{R_f} = \frac{220}{49.2} = 4.47154 \text{ A.}$$

$$M_H = \frac{30P_H}{\pi\eta_H} = \frac{30 * 26 * 10^3}{3.14 * 3150} = 78.68 \text{ Н * м.}$$

$$L_{af} = \frac{M_H}{I_a * I_f} = \frac{78.68}{132.78856 * 4.47154} = 0.132813 \text{ мГн.}$$

$$I_a = \frac{P_H}{U * \eta} = \frac{26 * 10^3}{220 * 0.89} = 132.78856 \text{ A.}$$

$$L_f \geq (2 \div 5) \frac{I_a * R_f}{R_a} = \frac{132.78856 * 49.2}{0.02} = 653.32 \text{ Гн.}$$

$$j \geq \frac{(5 \div 10)L_a * P_H^2}{R_a^2 * \omega^2 * I_a^2} = \frac{5 * 0.68 * 10^{-3} * 26000^2}{0.02^2 * 329.84^2 * 132.78856} = 1 \text{ кг * м}^2.$$

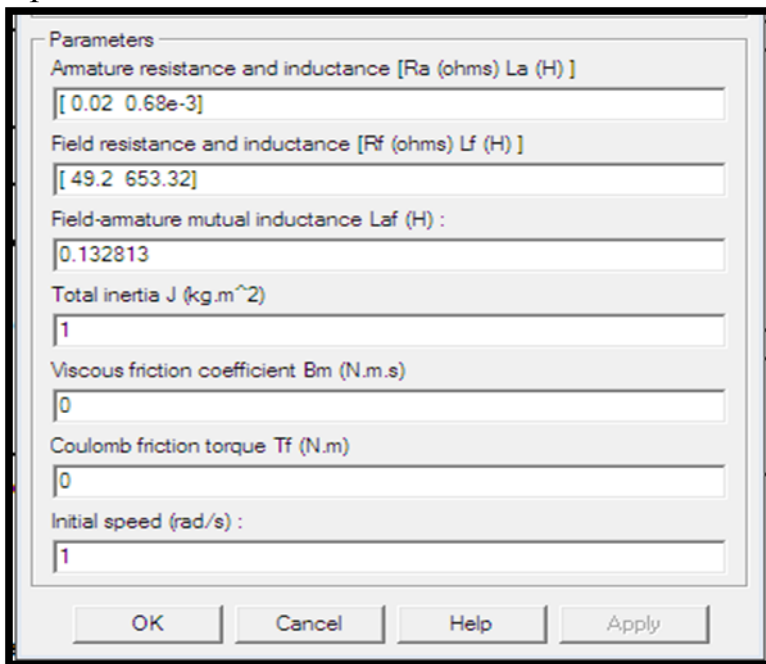
$$\omega = \frac{\eta_H}{9.55} = 329.84 \text{ рад/с.}$$

$$I_n = I_a * 2.5 = 132.78856 * 2.5 = 331.97 \text{ A.}$$

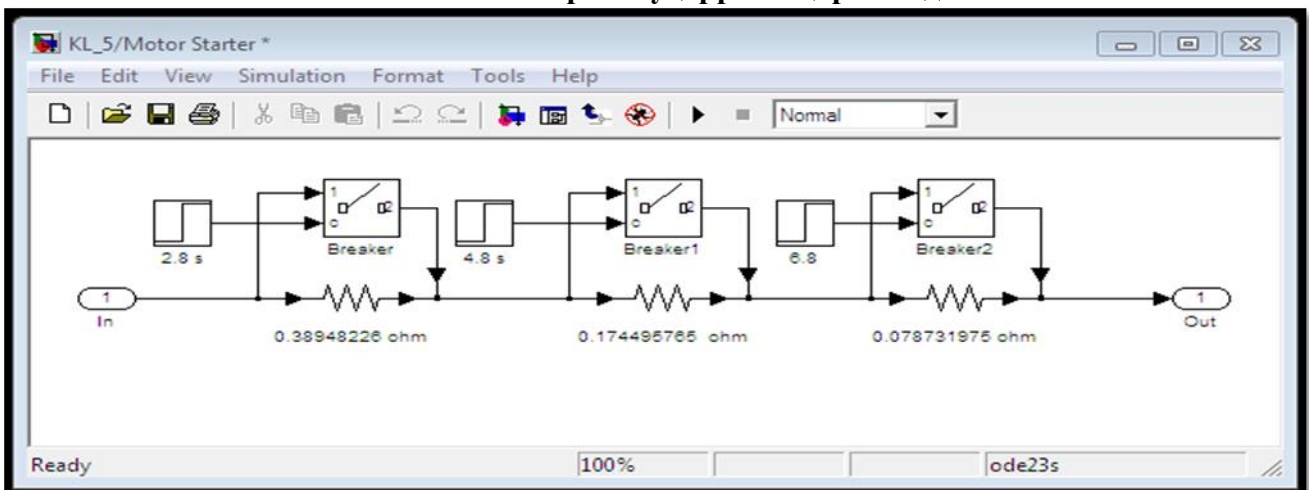


$$I_{\text{п}} = \frac{U_{\text{н}} - E_{\text{н}}}{R_{\text{я}} + R_{\text{иловагй}}} = 331.97 = \frac{220 - 0}{0.02 * x} \quad x = 0.64271.$$
$$R_{\text{иловагй}} = 0.64271 \text{ Ом.}$$

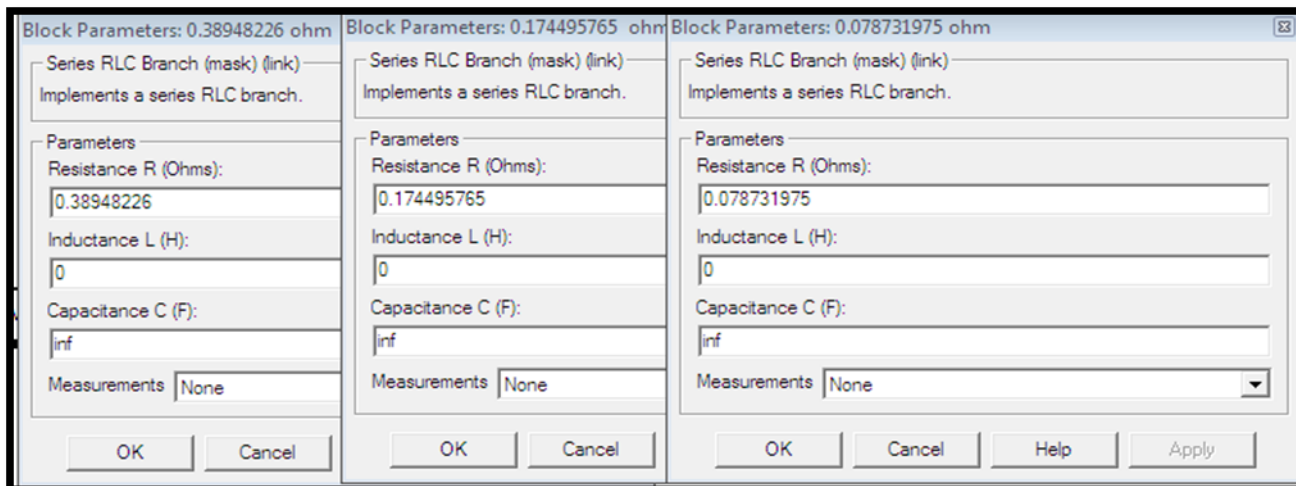
Пас аз муайян кардани параметрҳои ҳисобии муҳаррики ҷараёни доимӣ, қимматҳои муайян шударо ба равшанаи кори муҳаррик ҷараёни доимӣ ворид намуда, тадқиқотро оғоз менамоем.



Расми 3. Равшанаи кори муҳаррики ҷараёни доимӣ.

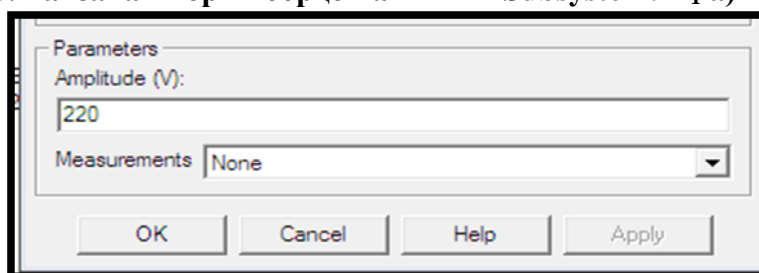


Расми 4. Равшанаи кори Subsystem.

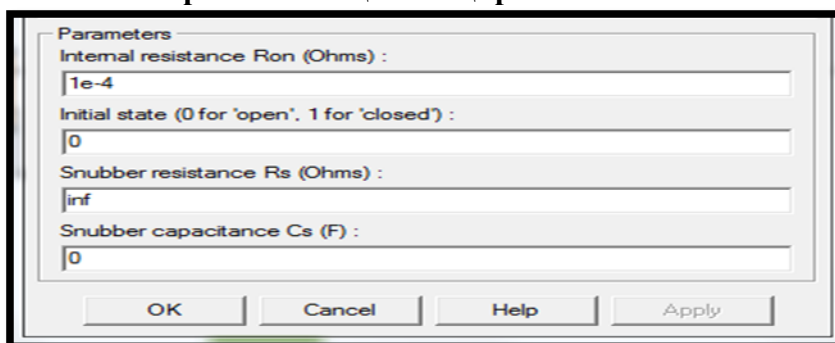


а) б) в)

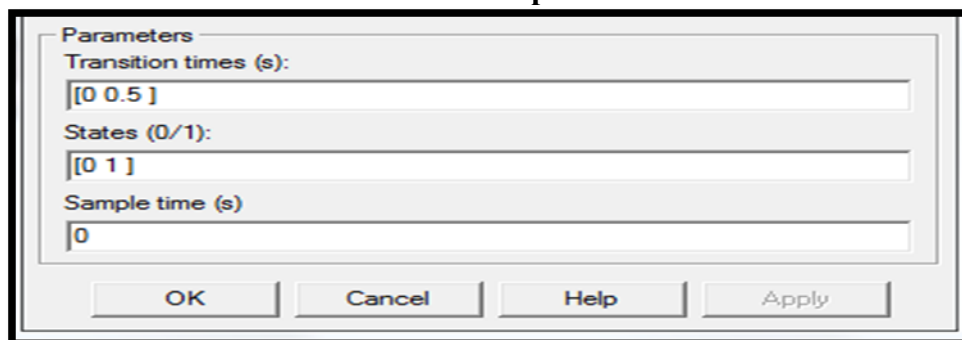
Расми 5. Равзанаи кори борҳои активии Subsystem: R_1 а) R_2 б) R_3 в).



Расми 6. Равзанаи кори манбаъҳои занҷир ва симпечи ангиши муҳаррик.

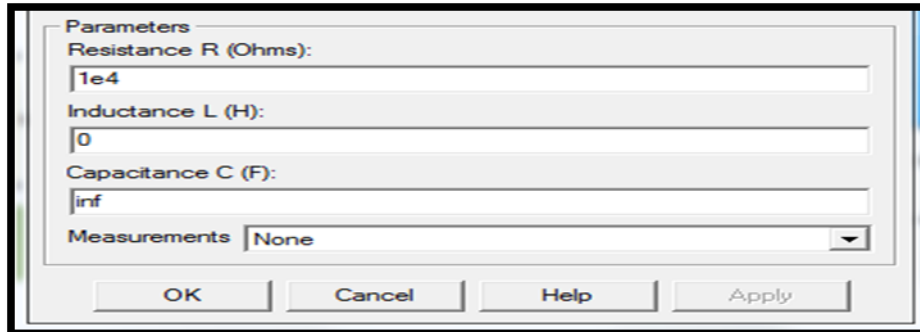


Расми 7. Равзанаи кори Ideal Switch.





Расми 8. Равзанаи кори Timer.

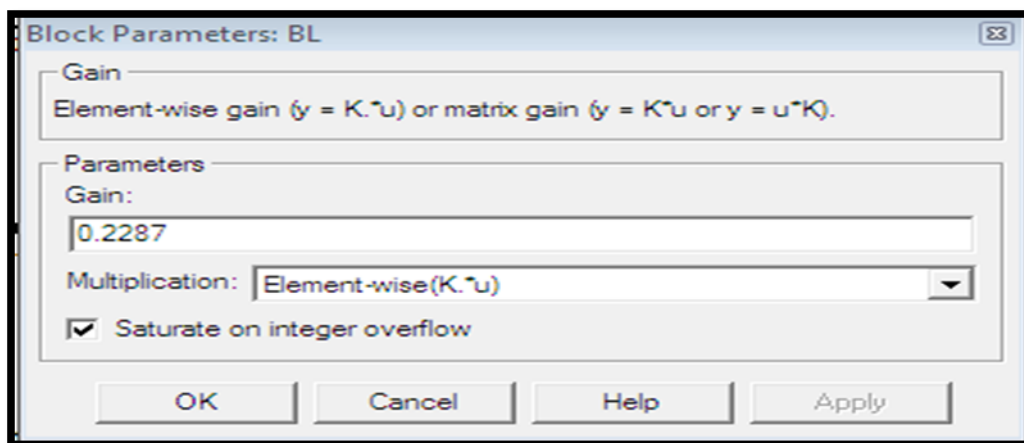


Расми 9. Равзанаи кори бори активии занчир R.

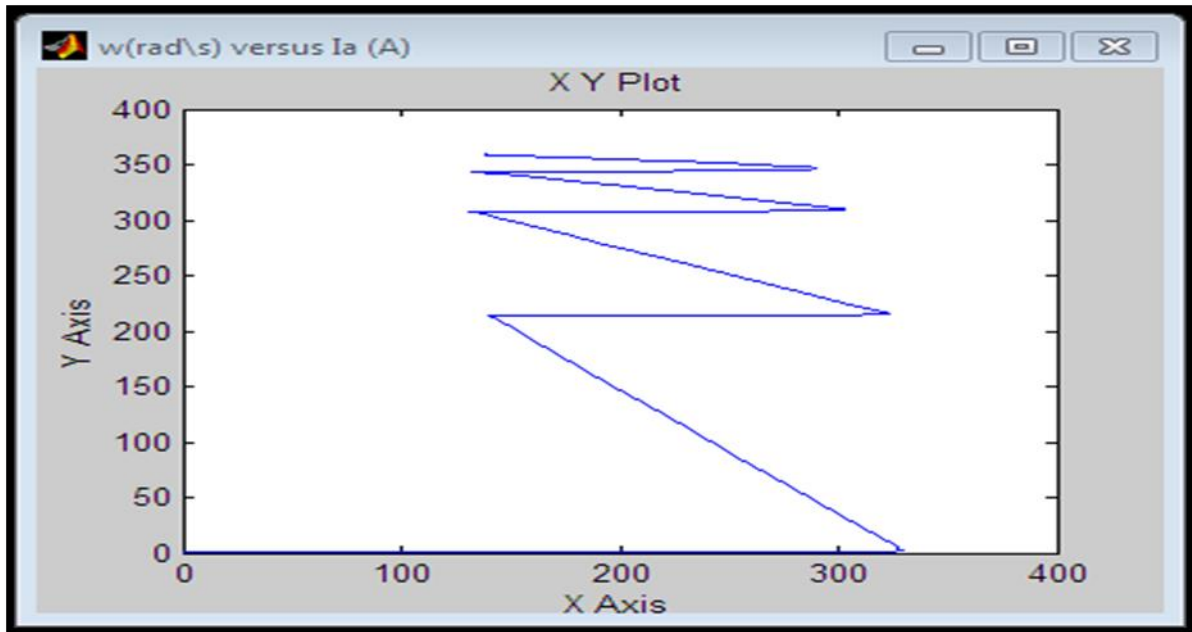
Сохтани характеристика ва равандҳои гузариши харакатовари электрикии чараёни доимӣ.

Сохтани характеристикаи электромеханикии ҳаракатовари электрикии чараёни доимӣ, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ гузаронида, характеристикаи электромеханикии муҳаррик муайян карда мешавад.

Марҳилаи 1. Сарборӣ ҳангоми 22.8% будан.

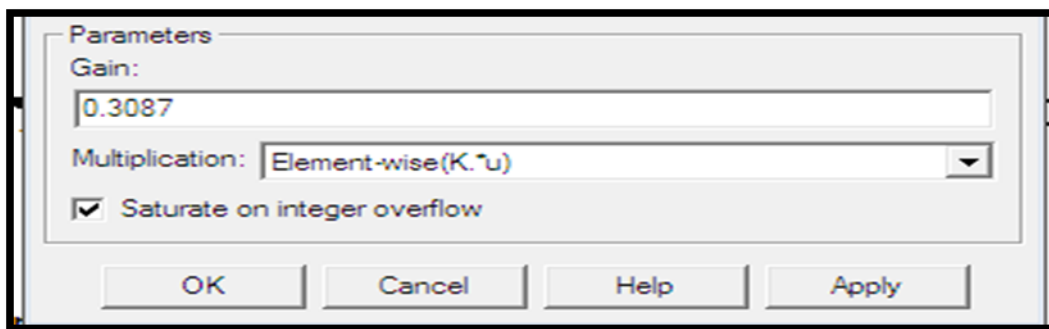


Расми 10. Равзанаи кори сарборӣ.

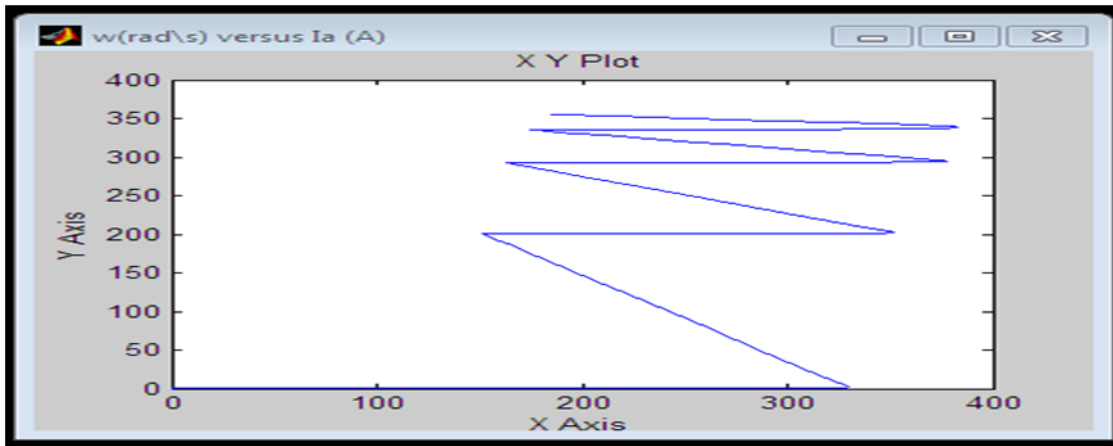


Расми 11. Характистикаи электромеханикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 70% будан.

Марҳилаи 2. Сарборӣ ҳангоми 30.8% будан.

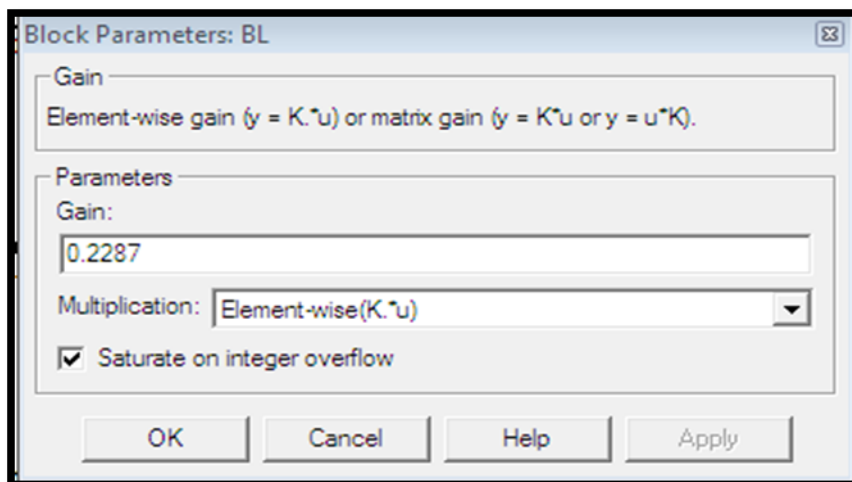


Расми 12. Равзанаи кори сарборӣ.

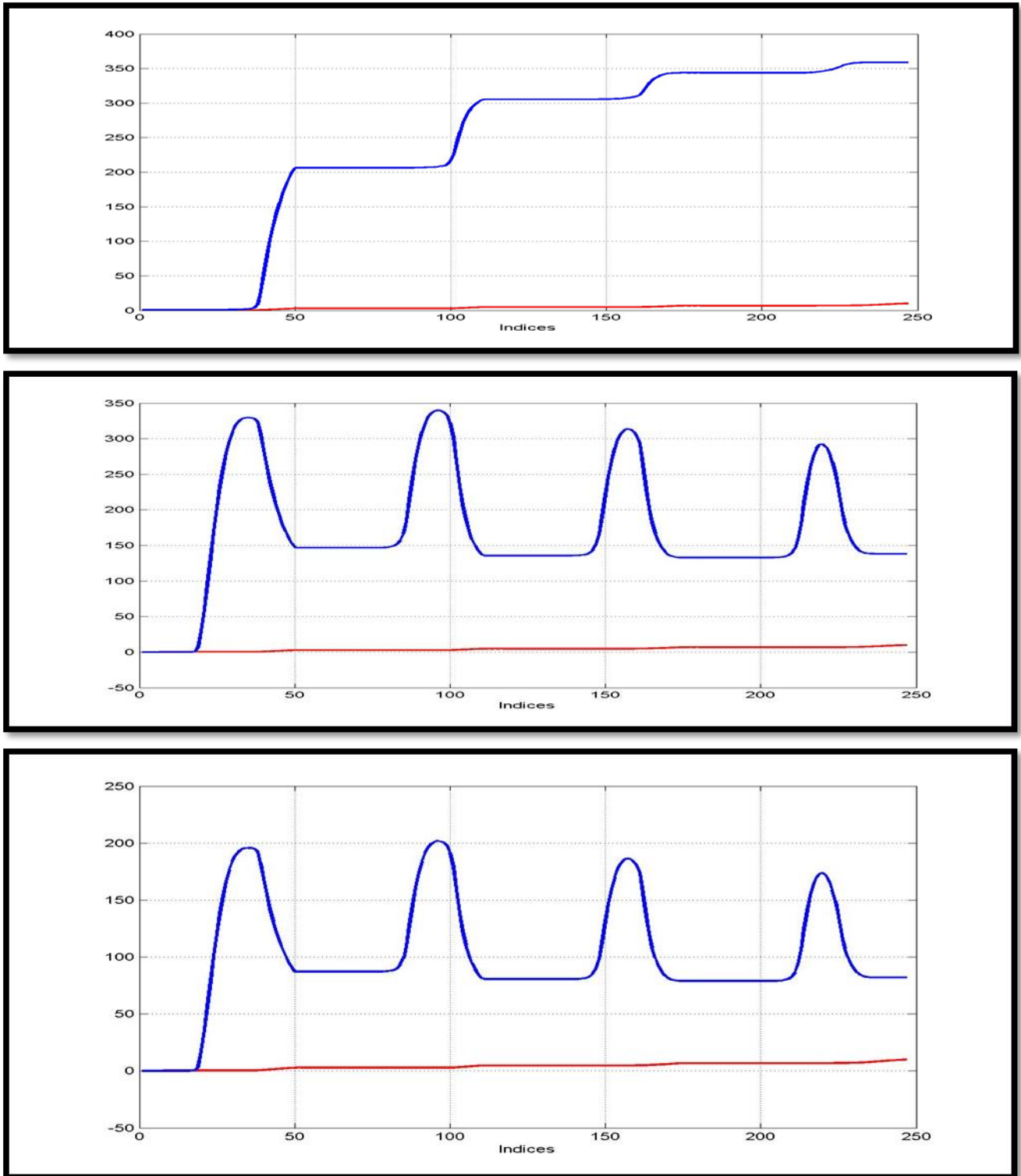


Расми 13. Хараактеристикаи электромеханикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 30.8% будан.

Марҳилаи 1. Сарборӣ ҳангоми 22.8% будан.

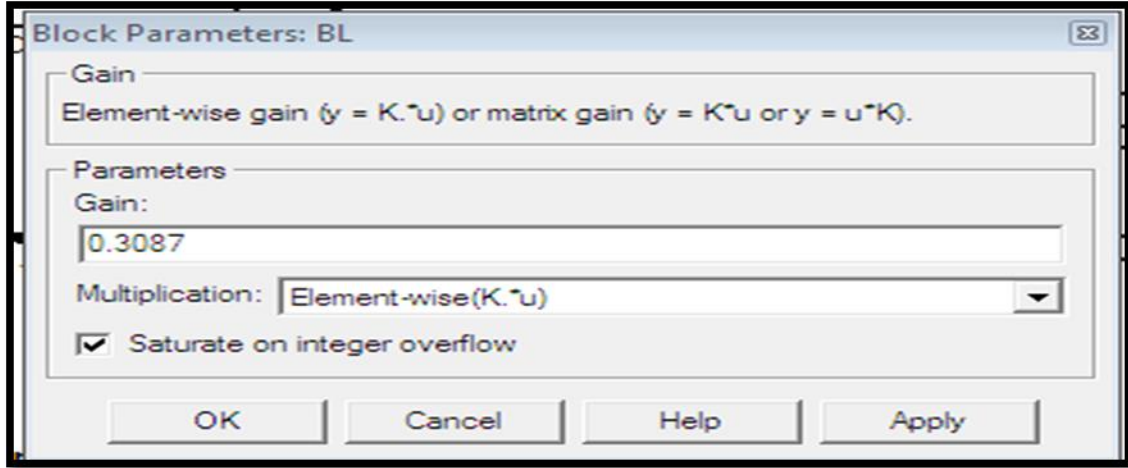


Расми 14. Равзанаи кори сарборӣ.

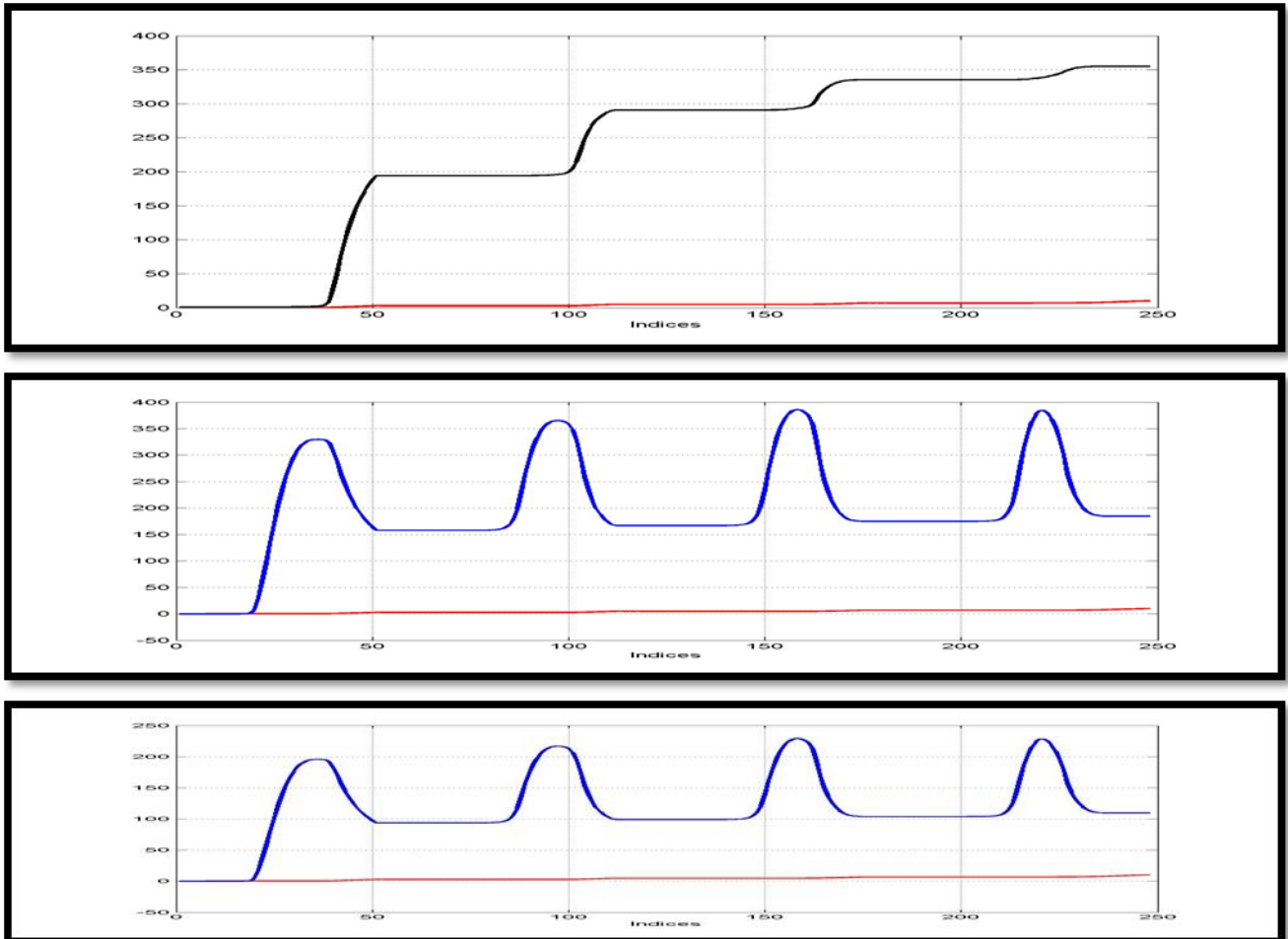


Расми 15. Раванди гузариши момент, ҷараёни якор ва суръати кунҷии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 22.8% будан.

Марҳилаи 2. Сарборӣ ҳангоми 30.8% будан.



Расми 16. Равзанаи кори сарборӣ.



Расми 17. Раванди гузариши момент, чараёни якор ва суръати кунҷии муҳаррик хангоми сарборӣ 30.8% будан.



Хулоса. Ҳарактовари электрикии чараёни доимӣ – яке аз самтҳои асосии ихтисоси 53 ба ҳисоб меравад. Мо бо муҳаррикҳои чараёни доимӣ дар дарсҳои гузашта шинос шуда будем ва маълумотҳои кофии назариявӣ гирифта будем. Дар ин мо бо воситаи моделиронии компютерӣ бакорандозии муҳаррики чараёни доимиро амалӣ гардонидем. Аз рӯи қонунҳои муҳаррики чараёни доимӣ маълум аст, ки ҳангоми бакорандозии муҳаррик, чараёни бакорандозӣ аз чараёни номиналӣ набояд аз 2,5 маротиба калон шавад. Аз ҳамин лиҳоз мо бакорандозии реостатиро истифода бурда, бо воситаи муқовиматҳо натиҷаҳои бакорандозиро идора намудем, ки дар расми 5 равшанӣ кории ин муқовиматҳо оварда шудааст. Баъди идора намудани раванди бакорандозӣ бо воситаи тағйир додани сарборӣ, характеристикаҳои электромеханикӣ ва равандҳои гузариши чараёни якор, суръат ва моменти муҳаррикро муайян намудем, ки исботи гуфтаамон дар расмҳои боло оварда шудааст.

Феҳристи адабиёт

1. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудувных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с., ил.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.

УДК 621.315.2

Алексеев М.И.

СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань
E-mail: michail.alexeev2000@yandex.ru

В настоящее время кабельные линии электропередачи находят все большую популярность особенно в условиях городской и сельской местности. Их преимущества очевидны: дешевизна, небольшой вес, высокая коррозионная стойкость. Однако применяющиеся кабели обладают и рядом недостатков, к числу которых можно отнести: невысокая пропускная способность, старение изоляции. Исследования, проводимые за последние несколько лет в РФ, позволили частично скомпенсировать данные недостатки и разработать



современный силовой кабель для разных уровней напряжения - «ТЭВОКС». Данная разработка собрала в себе достоинства различных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и изоляцией с бумажной пропиткой. Конструкция силового кабеля с повышенной рабочей температурой токопроводящих жил сочетает в себе преимущества кабелей со сшитым полиэтиленом (ПЭ), этилен-пропиленовым каучуком (ЭПК) и кабелей с бумажно-пропитанной изоляцией (БПИ) [1].

Достоинством кабеля нового поколения «ТЭВОКС» является: оптимальные геометрические размеры 3-х фазных конструкций, за счет жил секторной формы, которые всегда на 15% меньше, чем линии с СПЭ и БПИ. [2]. За счет металлической оболочки кабеля с термостойкой изоляцией на 100% защищены от механических повреждений и проникновения воды и имеют так называемый «эффект самозалечивания», т.е. стойки к однофазным замыканиям [3]. Срок эксплуатации ТЭВОКС превышает 10 лет. Сравнительные характеристики силового кабеля «ТЭВОКС» с другими кабелями, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики силового кабеля ТЭВОКС с другими кабелями

Параметры	ТЭВОКС	Кабель с изоляцией из СПЭ	Кабели с традиционной изоляцией из БПИ
Наружный диаметр, мм	53,1	77,6	60,3
Строительная длина на барабане, мм	520	335	520
Длительно допустимая температура жилы, °С	90	90	70
Максимальная температура, при токе короткого замыкания, °С	250	250	200
Длительно допустимая токовая нагрузка, А, прокладка в земле/на воздухе, А1	385/435	392/441	314/347
Допустимый ток короткого замыкания, кА	22,7	22,7	20,56
Вертикальная и горизонтальная прокладка	+	+	-
Минимальный радиус изгиба при прокладке, мм	15 Дн	12 Дн	15 Дн
Срок службы	30 лет	30 лет	30 лет
Гарантийный срок эксплуатации, г	10 лет	5 лет	4,5 года



Одной из важнейших характеристик силовых кабелей является токовая нагрузка. Сравним длительные токовые нагрузки кабеля «ТЭВОКС» с другими кабелями (рис. 1.).

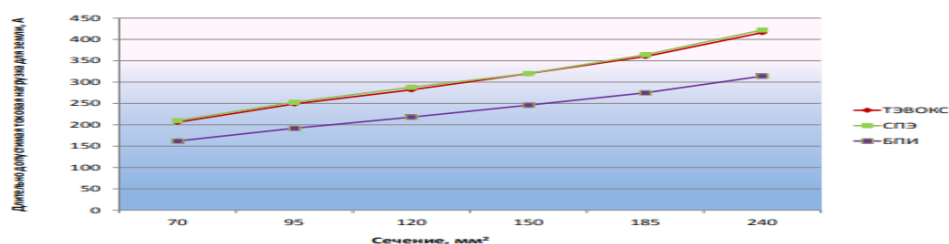


Рис. 1. Допустимые токовые нагрузки различных кабелей

Кроме того, другие силовые кабели имеют меньшую способность сопротивляться влаге, а полиэтилен в их составе гигроскопичен, в отличие от кабеля "ТЭВОКС", который обеспечивает 100% герметизацию. Основным его материал - сшитый полиэтилен и бумага, пропитанная специальным составом [4]. Еще одним важным преимуществом является прокладка силового кабеля при температуре окружающего воздуха не ниже -15°C , для других кабелей такую же процедуру можно выполнить при температуре окружающего воздуха не ниже -10°C . Кабель «ТЭВОКС» возможно прокладывать в грунтах всех категорий, кроме тех случаев, когда почва подвержена мерзлотным деформациям [5].

Таким образом кабельные линии на основе «ТЭВОКС» позволяют повысить надежность и обеспечить бесперебойную работу электроэнергетической системы.

ИСТОЧНИКИ

1.Зуев Э.Н.Основы техники подземной передачи электроэнергии: Учеб. пособие для вузов. -М.: Энергоатомиздат, 1999.-256с.: ил. (стр.32-41).

2. Электротехнический справочник: В 4т.Т.2.

Электротехнические изделия и устройства/Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г.Герасимова и др. (гл. ред.И.Н.Орлов) - 8-е изд., испр. и дип. - М.: Издательство МЭи, 2001. - 518 с.(стр. 5-13).

3. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: Учеб. для нач. проф. образования: Учеб. пособие для сред. Проф. Образования / Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин.- М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 432 с. (стр. 150-189).



4. Абдуллазянов Э.Ю., Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М., Логачева А.Г. Влияние низковольтных электрических аппаратов и параметров электрооборудования на потери электроэнергии в цеховых сетях. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т. 23. № 3. С. 3-13. [2]

5. Шарифуллин.А.А; Воркунов.О.В. Методы поиска неисправностей кабельных линий в городской среде. В сборнике: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ МИРОВОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ, НОВЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ. Материалы II международной научно-практической конференции. г. Ростов-на-Дону, 2022. С. 328-331.

УДК 004.92(076.5)

Алексеев М.И.

МОНИТОРИНГ ЛИНИЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань
E-mail: michail.alexeev2000@yandex.ru

Визуальный мониторинг состояния воздушных линий электропередачи занимает важное место в современной электроэнергетической отрасли, что диктуется, прежде всего, необходимостью продления срока службы или интервала времени безаварийной работы высоковольтных линий. В течении последних нескольких лет во многих странах дальнего зарубежья активно внедряется система контроля воздушных линий электропередачи с помощью беспилотных летательных аппаратов (БАС).

Мониторинг воздушных линий электропередачи (ЛЭП) при помощи беспилотных авиационных систем (БАС) – это достаточно новое, но перспективное направление. Есть труднодоступные места, где наземный мониторинг может занять несколько дней или даже недель, а с помощью БАС - это займет несколько часов.

Мониторинг линий электропередач с помощью БАС безопасен, так как полет осуществляется на малых высотах и без экипажа на борту. Кроме того, есть ряд преимуществ: возможность проводить съемку в сложных погодных условиях, исследовать ЛЭП на всем протяжении, с разных ракурсов (рис. 1).

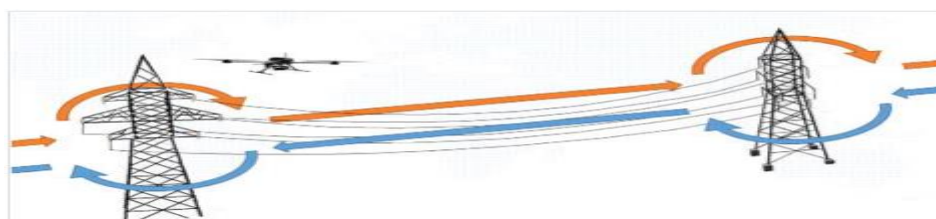


Рис. 1 Схема мониторинга ЛЭП с помощью БАС мультироторного типа

По результатам аэрофотосъемки воздушных линий электропередачи с помощью БАС могут быть получены изображения с высоким разрешением, на которых четко различимы опоры, провода, изоляторы, состояние растительности и подстилающей поверхности в защитной зоне трассы линии электропередачи.

Автоматическая беспилотная комплексная диагностика протяженных объектов, оснащенная информационной системой, включает в себя дистанционно управляемый летательный аппарат, силовую установку, систему автоматического управления бортовыми системами, бортовую систему диагностики состояния обширных объектов, а также мобильная наземная станция, радиотелеметрическая система двунаправленной связи и его мобильный наземный пункт управления. Технический результат достигается тем, что при работе автоматического беспилотного комплекса диагностики высоковольтных воздушных линий электропередачи в летательный аппарат устанавливают систему автоматического управления, в блок памяти которого записывают весь маршрут полета. При облете воздушной линии электропередачи бортовая система диагностики аппарата изучает ее состояние, определяет координаты летательного аппарата с помощью приемника спутниковой навигационной системы. На БАС возможно установить измеритель напряженности электрического поля, при помощи которого непрерывно производят измерения вертикальной, горизонтально-продольной и горизонтальной-поперечной составляющей электрического поля. По величине напряженности вертикальной компоненты электрического поля стабилизируют высоту полета летательного аппарата над воздушной линией электропередачи, по величине напряженности горизонтальной-поперечной компоненты электрического поля стабилизируют положение летательного аппарата относительно линии электропередачи, по фазе напряженности горизонтально-продольной компоненты электрического поля определяют направление полета летательного аппарата.

Существует мнение, что мониторинг с помощью БАС – это слишком дорого. Однако согласно проведенным расчетам затрат на мониторинг



воздушных ЛЭП, приведенным в табл. 1, использование БАС гораздо эффективнее по сравнению с традиционными методами.

Таблица № 1. Техничко-экономический расчет применения БАС

Наименование параметра	Наземные методы	БАС
Количество исполнители в рабочей группе	3	2
Заработная плата сотрудника в месяц, руб.	30000	45000
ЗП группы в день, руб	3913	3913
Количество часов в день	8	5
Скорость обследования, км/ч	2	85
Скорость обследования ,км/день	16	191
ЗП сотрудника на обследование 1 км ЛЭП, руб.	245	20
Стоимость БАС,руб.	-	1 500 000
Стоимость эксплуатации БАС,руб. -500 взлетов/посадок	-	500 000
Стоимость эксплуатации БАС,руб. В течение 1 дня	-	4000
Стоимость эксплуатации БАС,руб. При обследовании 1 км	-	21
Общая стоимость обследования 1 км ЛЭП	245	41
Время обследования 1 тыс. км ЛЭП дней	63	5
Стоимость обследования 1тыч. Км ЛЭП руб.	244 565	41 375
Срок окупаемости БАС, лет	-	6 лет

Таким образом, общая стоимость обследования 1 км ЛЭП сокращается в 6 раз, время на обследования 1 тыс. км ЛЭП сокращается на 58 дней. Срок окупаемости одного беспилотного аппарата составляет около 5 лет.

ИСТОЧНИКИ

1. Барбасов В.К., Гречищев А.В. Мультироторные беспилотные летательные аппараты, представленные на российском рынке: обзор // Инженерные изыскания. — 2014. — № 8. — С. 27–31.
2. ГК «Геоскан». — www.geoscan.aero. (дата обращения 08.12.2022).
3. Группа компаний «Беспилотные системы». — <http://unmanned.ru>. (дата обращения 08.12.2022).
4. Компания «АФМ_Серверс». — <http://ptero.ru>. (дата обращения 08.04.2022).
5. Компания «СЪЕМКА С ВОЗДУХА». — <http://съемкасвоздуха.рф>. (дата обращения 08.12.2022).
6. Проблемы, перспективы применения и методика расчета нормированной стоимости накопления электрической энергии / В. Д. Мельников, Г. Б.



Нестеренко, Д. Е. Лебедев [и др.] // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2019. – Т. 11. – № 4(44). – С. 30-36.

7. Секретарев, Ю. А. Оценка влияния на надежность системы электроснабжения различного рода дефектов ее основных элементов / Ю. А. Секретарев, В. М. Левин // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2019. – Т. 11. – № 4(44). – С. 55-63.

Алиназарова М.А.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РТ

Худжандский политехнический институт

Таджикского технического института имени академика М.С. Осими
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

Региональный энергетический рынок, являясь составной частью энергетического рынка страны, выполняет свои функции как подсистема данного рынка, и имеет свою долю в развитии экономики региона, в то время как улучшение экономических показателей региона проявляется в благополучном состоянии жизнедеятельности всех отраслей народного хозяйства региона. Исследования проводимые Костицыном К.В., Костицыном А.А. предполагается, что в последние годы в энергетике зарубежных стран наблюдаются разнообразные изменения, т.е. формируются новые нормативные базы и правила, системы регулирования, изменяется структура отрасли, появляются конкурентоспособные рынки. Развитие энергетической отрасли и региональной энергетики тесно связано с развитием государственной экономики [1].

Сравнивая энергетическую систему страны и ее регионов с энергетической системой зарубежных и соседних стран, можно сделать вывод, что она только формируется. Поэтому имеется большая потребность в изучении опыта зарубежных стран по организации производства и распределения электроэнергии регионов Республики Таджикистан в условиях рыночной экономики.

Актуальным, с нашей точки зрения, в русле нашего исследования, представляется знакомство, прежде всего, с системой современного энергетического производства в регионах Российской Федерации. Важность его



обусловлена близостью таджикской региональной энергетической системы с российской, в недавнем прошлом являвшейся главной в единой энергетической системе СССР. Характерной чертой энергетического производства России на современном этапе является естественная монополия, т.е. электрическая энергия и мощности поставляются по Единой Энергетической Системе (ЕЭС) России.

Региональные рынки не имеют особых конкурентов. Электрические сети реализуют электрическую энергию собственным потребителям по своим сетям [2]. Электрические станции, входящие в состав АО «Энерго» РФ, вырабатывают электроэнергию согласно графику нагрузки, выданному диспетчерской службой объединения, и не наделены полномочиями самостоятельной продажи электроэнергии. Реализация электроэнергии оптовым, промышленным и бытовым потребителям решаются централизованно. Продажа осуществляется как своей, так и купленной за пределами страны электроэнергией согласно тарифам, который утверждается со стороны региональной энергетической комиссии (далее РЭК).

Весьма положительным фактором, на наш взгляд, является отделение экономической производственную деятельность по выработке электроэнергии от работ по снабжению потребителей энергией и эксплуатации линий электропередач. При такой системе открывается свободный доступ производителей и потребителей к рынку, что даёт возможность заменить одного производителя другим. Технологические условия в России накладывают ограничения на развитие конкуренции на региональных рынках. Так, например, основа региональной системы Мурманской области РФ состоит из ряда крупных электростанций. Отсутствует эффективный резерв или он не используется, так как часть генерации не выводится из эксплуатации по условиям теплофикации.

В регионах США [3] деятельность естественных монополий регулируется специальными органами государственной власти, поскольку они состоят из частных компаний. Во Франции и ее регионах они подчиняются непосредственно государству и обладают модальностью самостоятельности в пределах общественного сектора экономики.

Обратимся к национальной и региональной энергетической системе Италии. В рейтинге крупнейших потребителей электроэнергии после развитых стран, как Германия [3], Великобритания и Франция, она занимает четвёртое место.

Италия не имеет отдельного Министерства в сфере энергетики и энергетическая деятельность этой страны возложена на Министерство экономики. Около 90% всех энергетических ресурсов Италия импортирует, т.е.



импортирует нефть, газ и уголь. Основными источниками энергии в Италии являются ГЭС, более 50% потребностей энергетики в прошлом веке покрывались за счёт импортируемого угля. Другой проблемой энергетики региональной Италии является дороговизна цены электроэнергии. В 2010 году 1- кВт·ч электроэнергии для населения стоил 37,22 евро цента. Поэтому важной задачей в плане развития электроэнергетики Италии является повышение энергоэффективности и снижение энергозатрат.

Энергетическая система Германии характеризуется такими качествами, как надёжность, конкурентоспособность, экологичность. Она подчинена Федеральному Министерству экономики и энергетики страны. Главные стратегические направления в области энергетики: энергосбережение, повышение эффективности использования энергии, замена энергоёмких производств, расширение использования ВИЭ [4].

Скорая урбанизация и индустриализация, создание условий для жизни населения, перевоплощение в крупного производителя на мировом уровне обусловили резкий рост электроэнергетики Китайской Народной Республики. Не последнюю роль в развитии конкурентоспособной электроэнергетики сыграло законодательство страны. В 2002 году Китай имел пять генерирующих и двух сетевых компаний. Действуя по рыночным правилам, энергетическая система конкурировало со всеми звеньями производственной деятельности. Вскоре 2003 году со стороны китайского правительства была создано орган по регулированию энергетики, т.е. государственная комиссия по регулированию в данной сфере. Вновь созданная Государственная комиссия по регулированию энергетики стала контролировать работу системного оператора и систему региональных бирж [5].

Для более приближенного анализа приведем в пример региональный энергетический сектор Республики Узбекистан, в частности Навоийскую область. Знакомство с системой управления энергетической отрасли свидетельствует, что региональный энергетический рынок в Узбекистане полностью находится под правлением государства. К нему относятся предприятия, которые связаны с производством, транспортировкой и распределением энергии.

Энергосистема Кыргызстана в последние годы развивается средними темпами. Она не только может обеспечить народное хозяйство всех регионов собственным источником электроэнергии, но и экспортирует электроэнергию в соседние страны. Поскольку страна является горной, разделение на региональные энергетические рынки в республике находится на стадии разработки. Кыргызстан работает в едином энергетическом режиме с государствами Центральной Азии и связан по магистральным электрическим



сетям 220-500 кВ. Республика Кыргызстан обладает потенциалом и других возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветряная энергия и биомасса[6]. Сектор энергетики и региональный рынок управляется правительством посредством Фонда государственного имущества и Министерства энергетики и промышленности. Фонд осуществляет свою деятельность как собственник и управляющий энергокомпаниями, которые находятся в государственной собственности.

Общий контроль и управление электроэнергетической системой в Казахстане осуществляет государственная электроэнергетическая компания KEGOC[9]. АО «КОРЭМ» является неотъемлемой частью рынка электроэнергии Республики Казахстан.

На территории Жамбылской области Республики Казахстан находится солнечная подстанция «Burnoye Solar-1», которое охватывает 150 га земельного участка. Мощность вырабатываемой электроэнергии 50 МВт, на 2019 год подстанцией произведено 80,37 млн кВтч. После успешной реализации проекта «Burnoye Solar-1», было реализовано следующий проект «Burnoye Solar-2». Реализацию проекта содействовали ЕБРР и Фонд чистых технологий. Электростанция тоже находится в Жамбылской области мощностью 50 МВт. Суммарная мощность обеих солнечных электростанций составляет 100 МВт [8]. В Шиелийском районе Кызылординской области проектом ТОО "Байконур Солар" должна завершиться строительство новой солнечной электростанции – оно является самым дорогостоящим проектом "зеленой экономики" на юге Казахстана. Кроме выше названных фактов, регионы республики Казахстан имеют малые ветровые и солнечные электростанции. В ходе исследования можно трактовать, что Казахстан и его регионы стремятся переходить на «зеленую энергетику» [7].

Сектор энергетики Туркменистана управляет Министерство энергетики и промышленности Туркменистана. Государственная электроэнергетическая корпорация «Туркменэнерго» обеспечивает эксплуатацию и обслуживание энергетических объектов, энергоснабжение потребителей. Туркменистан является страной, где ее граждане некоторое время пользовались электрической энергией бесплатно.

Энергетическая отрасль промышленности нашей страны действует в условиях правового обеспечения государственной энергетической политики на базе рыночных институциональных и информационных механизмов, защиты интересов производителей и потребителей энергии.

Электроэнергетика в стране стала, по сути, ведущей энергообеспечивающей системой, и это обстоятельство выдвинуло её в разряд стратегически важных отраслей [10]. Изучение опыта зарубежных стран в



аспекте организации государственной энергетической системы, позволяет сделать ряд выводов. В стране функционирует регулирующий орган в лице Министерства энергетики и водных ресурсов РТ, который по аналогии с Китаем реализует контроль и регулировку в сфере энергетики. Как в Италии, можно создать корпорации, которые были бы связаны с поставкой и переработкой нефти и газа, другие - были бы связаны с производством и поставкой электроэнергии.

На наш взгляд, энергетическая система Германии – одна из лучших систем энергообеспечения. Она надёжна, конкурентоспособна в секторе энергетики, в ней соблюдены все экологические требования. После того как сфера энергетики нашей страны достигнет определённого уровня развития, можно, как Германия, перейти к созданию сферы альтернативных источников энергии и финансировать создание возобновляемых источников энергии, посредством этого создавать конкуренцию внутри энергетической системы страны и влиять на цену и ценообразование энергоносителей на рынке.

Для уточнения выбора альтернативных источников в сфере энергетики страны приведем сравнительный анализ энергетического рынка соседних стран по используемым видам энергоносителей, которые обеспечивают народное хозяйство посредством выработки электрической и тепловой энергии нижеследующих стран (таблица 1).

Таблица 1. -Сопоставление энергетического рынка соседних стран по использованию альтернативных источников энергии (на 2020 год)

Наименование страны	Энергообеспечение, (%)				
	Энергия, вырабатываемая из гидроресурсов	Энергия, вырабатываемая из угля	Энергия, вырабатываемая посредством природного газа	Энергия, вырабатываемая солнечным и панелями	Энергия, вырабатываемая ветровыми генераторами
Республика Узбекистан	15,0	85,0		нет данных	нет данных
Республика Кыргызстан	98,0	2,0	нет данных	нет данных	нет данных
Республика Казахстан	14,6	70,0	10,6	3,7	1,1
Республика Таджикистан	97	3,0	нет данных	нет данных	нет данных

Источник: Составлено по материалам исследования.



По приведенным данным Республика Казахстан тоже имеет свои преимущества перед соседними странами и другими странами СНГ. Ограниченность гидроэнергетических ресурсов вынуждает страну перейти к «зеленой энергетике» и стремиться расширять сферу деятельности посредством диверсификации в области энергетики. В нашей стране, особенно в ее регионах, имеются географические условия для выработки альтернативных видов энергии, в большей мере для строительства ветровых электростанций, что требует в свою очередь привлечения инвестиций и больших капитальных вложений. Климатические условия нашего региона ветреные, особенно в сезон нехватки электроэнергии будет уместно производить электрическую энергию посредством ветровых электростанций. Поэтому можно брать уроки у специалистов казахской энергетики в области энергообеспечения нашего региона, к тому же внедрение и реализация проектов по возобновляемым источникам энергии создает условие к выбору альтернативных источников энергии и доступ к конкуренции по виду и мощности используемой энергии на энергетическом рынке.

Достижениям нашей республики до практики Туркменской Республики очень далеко, но можно со временем добиться того успеха как вышеназванное государство, полностью достичь энергетической независимости, обладать большим потенциалом энергоресурсов и создавать такие условия для населения регионов страны, как бесплатное использование электроэнергии.

Список использованной литературы

1. Костицына, К.В., Костицына А.А. [Текст] Зарубежный опыт реформирования энергетики. Европейский Союз // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-reformirovaniya-energetiki-evropeyskiy-soyuz> / (дата обращения 21.06.2020).
2. Мустафина, О. Н. Организация функционирования конкурентного рынка электрической энергии и мощности в современных условиях // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. – №. 5-6.
3. Энергетика стран ЕАЭС. Концепции общего энергетического рынка и энергетической безопасности [Текст] / [Электронный ресурс] Ялта. -2209 г. -6 с. Режим доступа: <https://sites.google.com/a/eeseaec.org/eeseaec/contact-us/spravocnik-energetika-stran-mira-1/energetika-stran-mira-evrazia/energetika-stran-mira-eaes/zakonodatelstvo> (дата обращения 24.02.16).
4. Современная энергетическая политика Германии. Зарубежный опыт [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-energeticheskaya-politika-germanii.html> (дата обращения 04.03.20).



5. Вестник McKinsey. Развивая электроэнергетику: опыт Китая [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://vestnikmckinsey.ru/electric-utilities/razvivaya-ehlektroehnergetiku-opyht-kitaya.html> (дата обращения 05.03.20).

6. Электроэнергетика Кыргызской Республики [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: http://energo-cis.ru/wyswyg/file/news/Энергосистема_Кыргызстана.pdf. (дата обращения 23.01.2021).

7. Калмыков, Д.Е., Маликова, А.Д. ЗАГНАННЫЕ В УГОЛЬ. ОБЗОР УГЛЕДОБЫЧА И УГОЛЬНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2018/01/KZ-Coal_RU.pdf. (дата обращения 23.05.2020).

8. Жамбылская область устремляется к солнцу [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://inbusiness.kz/ru/news/zhambylskaya-oblast-ustremlyaetsya-k-solncu> (дата обращения 03.02.2021).

9. На юге Казахстана запущена крупная солнечная электростанция [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.sputnik.kz/regions/20191216/12305530/elektrostantsiya-kyzylordinskaya-oblast.html> (дата обращения 03.02.2021).

10. Муллобоев, И.С. Рыночная трансформация энергетического сектора национальной экономики Республики Таджикистан [Текст] // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://economy-lib.com/rynochnaya-transformatsiya-energeticheskogo-sektora-natsionalnoy-ekonomiki-respubliki-tadzhikistan.html> стр. 8 (дата обращения 23.03.2020).

УДК 621.313.13

Бобоев А.Ч.*, Абдуҳакимов Н.К.*

ТАҲЛИЛИ МУҲАРРИКИ АСИНХРОНИИ РОТОРАШ ФАЗАВИИ СЕФАЗА БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ

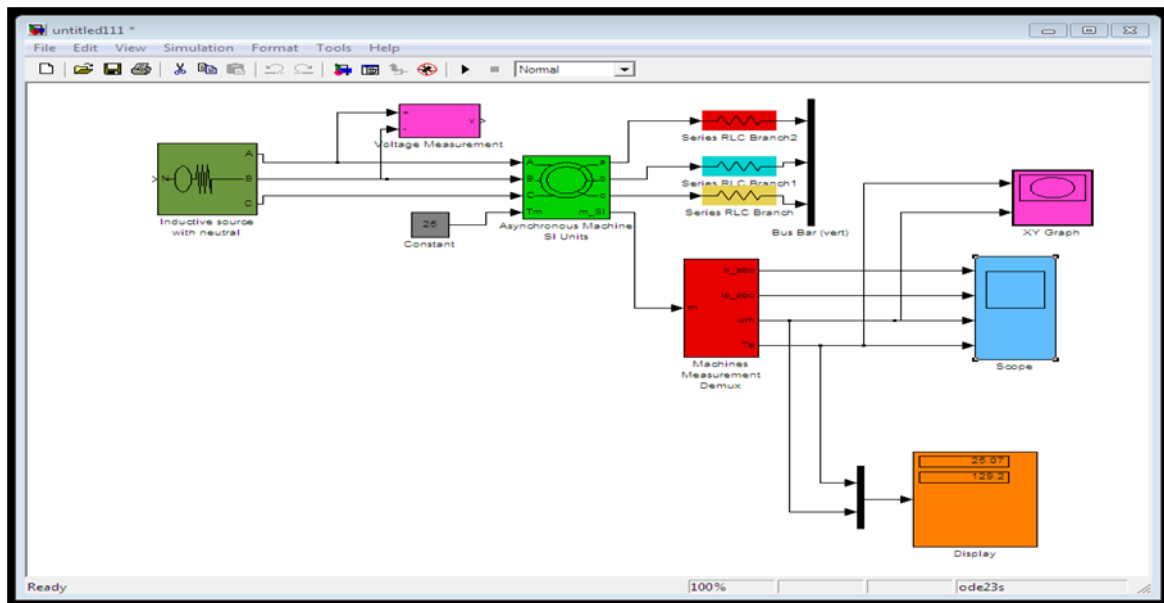
*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автоматики барқӣ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: azizboboev1214@mail.ru



MATLAB системаи мураккаб ва паҳнғаштатарин дар байни олимони соҳаҳои гуногун мебошад, ки барои коркарди ахборот, ҳалли муодилаҳо, моделиронӣ, барномарезӣ, тартибдиҳии таҷҳизотҳо ва ғайраҳо истифода бурда мешавад.

Дар барномаи MATLAB модели зерин тадқиқи муҳаррики асинхронии ротораш кӯтоҳвазли сефазаро ҳосил кардем. Модели аз чунин функсияҳо иборат аст, дар расми 1 оварда шудааст.

Манбаи шиддати сефазаи тағирёбанда inductive source with neutral аз китобхонаи Power system Blockset/Extra Library/Three-Phase- Library; Таҷҳизоти ченкунандаи шиддати сефаза Three-Phase V-1 Measurement аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement; Муҳаррики асинхронии сефазаи тадқиқшаванда Asynchronous Machine аз китобхонаи Power System Blockset/Machines; Отсиллограф (Scope) барои визуализатсияи ҷараёни ротор ва статор, суръат ва моменти муҳаррики асинхронӣ; Constant барои додани вазифаи моменти механикӣ ба наварди муҳарриро аз китобхонаи асосии Simulink/Source; Machines Measurement аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement;



Расми 1. Модел барои тадқиқи муҳаррики асинхронӣ

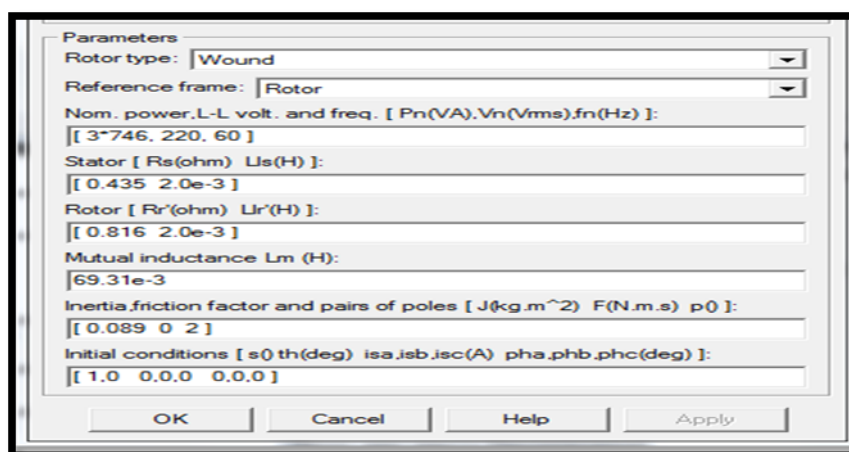
Display 1 барои нишон додани натиҷаҳои рақамии моменти электромагнитӣ (Нм) ва суръати муҳарриро (рад/с) аз китобхонаи асосии Simulink/Sinks; Мух барои васл кардани ду сигнал ба як векторӣ аз китобхонаи асосии Simulink/Signal & System; Series RLC (R_{1-2-3}) бори активӣ ба ротори муҳаррик.

Маълумотҳои техникаи муҳаррики асинхронӣ



Ҷадвали 1. Маълумоти техникаии муҳаррики асинхронӣ.

Навъ ва андоза	$P_{НОМ}$, кВт	$n_{НОМ}$, гар/дак	$\eta_{НОМ}$, %	$\cos\phi_{НОМ}$	$\frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{\delta}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{min}}{M_{НОМ}}$	$\frac{I_{\delta}}{I_{НОМ}}$	J, кг·м ²
4A90L4УЗ	2,2	1425	80,0	0,83	2,2	2	1,6	6,0	56*10 ⁴



Расми 2. Равзанаи кории муҳаррики асинхронӣ.

Дар равзанаи корӣ пасиҳам дода мешавад:

Намуди ротор (Rotor Type), дар менюи ин қисм 2 намуд ротор дода мешавад: ротори фазавӣ ва ротори кӯтоҳвалс; Системаи ҳисоб ҳангоми анализ (Reference frame); Таъвоногӣ, шиддати номиналии ҳаракаткунандаи хаттӣ ва басомад; Параметрҳои схемаи таъвизии статор; Параметрҳои схемаи таъвизии ротор; Параметрҳои занҷири магнитноккунии муҳаррик; Моменти инерсия, коэффитсиенти соиш, шумораи ҷуфти кутбҳо; Шартҳои оғоз барои моделиронӣ.

Аз расми 2. аён аст, ки барои моделиронии муҳаррик маълумоти шиносномавии он нокифоя аст. Аз ҳамин сабаб, маълумоти ҳисобӣ бояд муаян карда шавад.

Маълумоти ҳисобии муҳаррики асинхронӣ

Ҷадвали 2. Маълумоти ҳисобии муҳаррики асинхронӣ.

Sn	0.05
Sk	0.244
c1	1.035
Pn+dPmax	2292
Rs	3.323
Rr	1.587
Ls=Lr	0.2546



$L_{Is}=L_{Ir}$	0.008522
L_m	0.2461
L_{Is}/L_m	0.03463

Пас аз муайян кардани параметрҳои ҳисобии муҳаррики асинхронӣ, қимматҳои муайян шударо ба равшанаи кори муҳаррики асинхрониро ворид намуда, тадқиқотро оғоз менамоем.

Parameters

Rotor type:

Reference frame:

Nom. power, L-L volt. and freq. [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:

Stator [Rs(ohm) Ls(H)]:

Rotor [Rr(ohm) Lr'(H)]:

Mutual inductance Lm (H):

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg.m²) F(N.m.s) p0]:

Initial conditions [s) th(deg) isa, isb, isc(A) pha, phb, phc(deg)]:

Расми 3. Равшанаи кори муҳаррики асинхронӣ.

Parameters

Phase-to-ground peak voltage (V) :

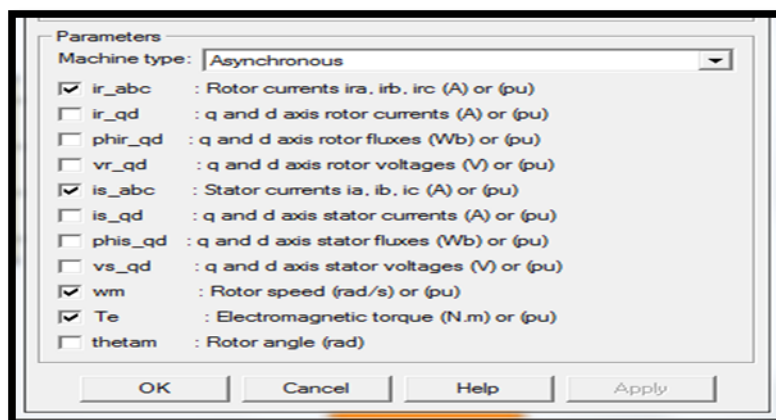
Phase angle of phase A (Degrees) :

Frequency (Hz) :

Source resistance (Ohms):

Source inductance (H) :

Расми 4. Равшанаи кори манбаъ.

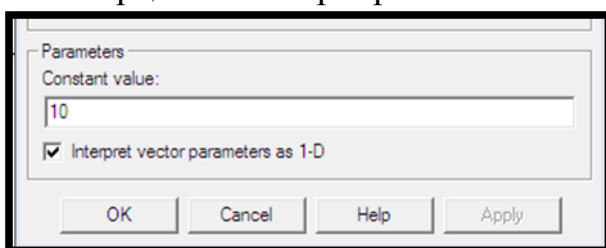


Расми 5. Равзанаи кори Machines measurement.

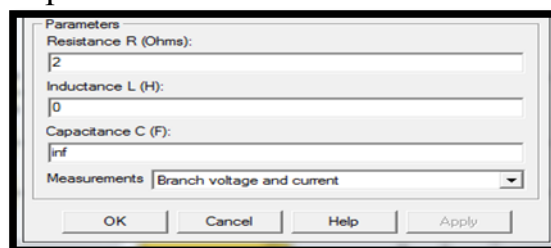
Соختани характеристика ва равандҳои гузариши муҳаррики асинхронӣ.

Соختани характеристикаи механикии муҳаррик, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ дар навард ва тағйирдиҳии бори активӣ дар ротори муҳаррики асинхронӣ гузаронида, характеристикаи механикии муҳаррик муайян карда мешавад. Барои фаҳмидани аҳамияти таъсири сарборӣ ва бори активӣ ба муҳаррики асинхронӣ, таҷрибаро дар 4 марҳила мегузаронем. Дар 2 марҳилаи аввал бори активиро доимӣ нигоҳ дошта, қиммати сарбориро тағйир медиҳем ва дар 2 марҳилаи охир қиммати сарбориро доимӣ нигоҳ дошта, бори активиро тағйир медиҳем.

Марҳилаи 1. Сарборӣ $M_c=10 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 2 Ом.

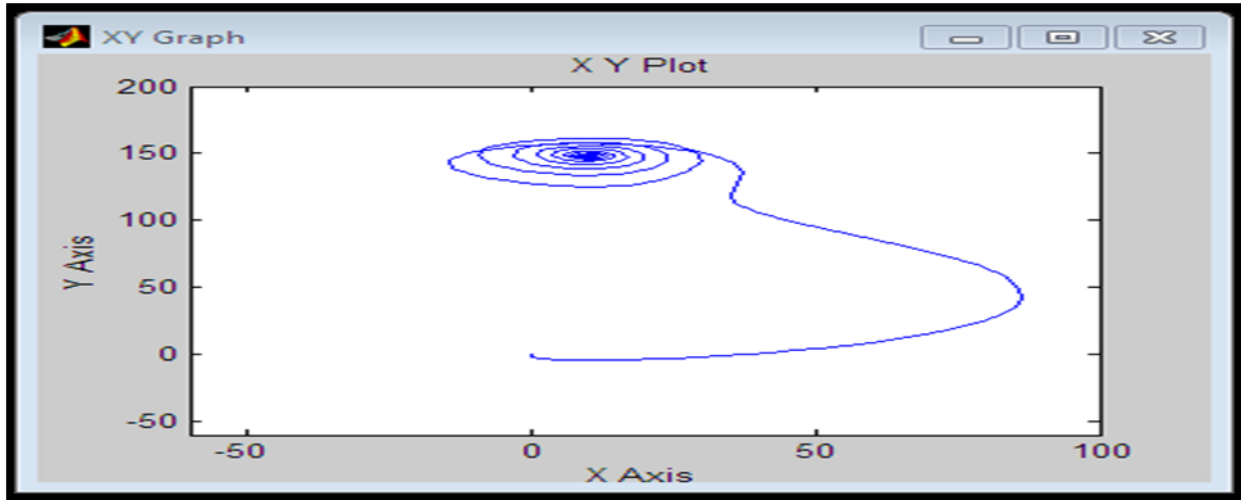


а)



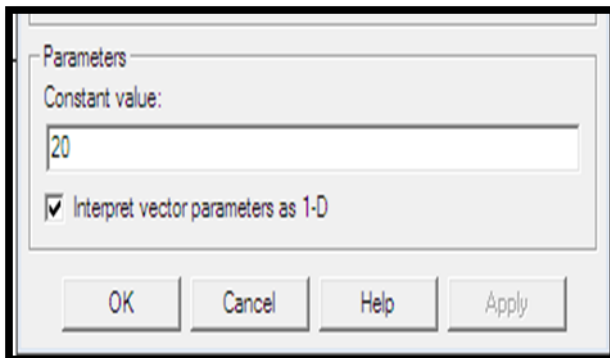
б)

Расми 6. Равзанаи кори constant а) ва series RLC б).

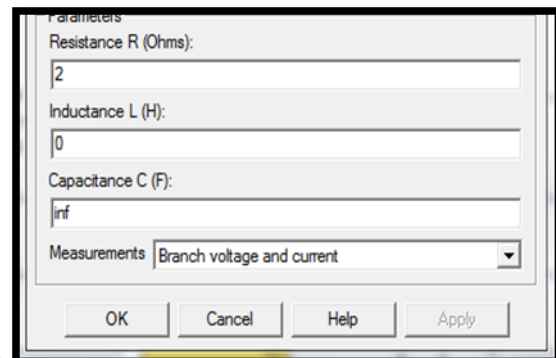


Расми 7. Харахтеристикаи механикии мухаррик хангоми сарборӣ $M_c=10 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 2 Ом будан.

Марҳилаи 2. Сарборӣ $M_c=20 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 2 Ом.

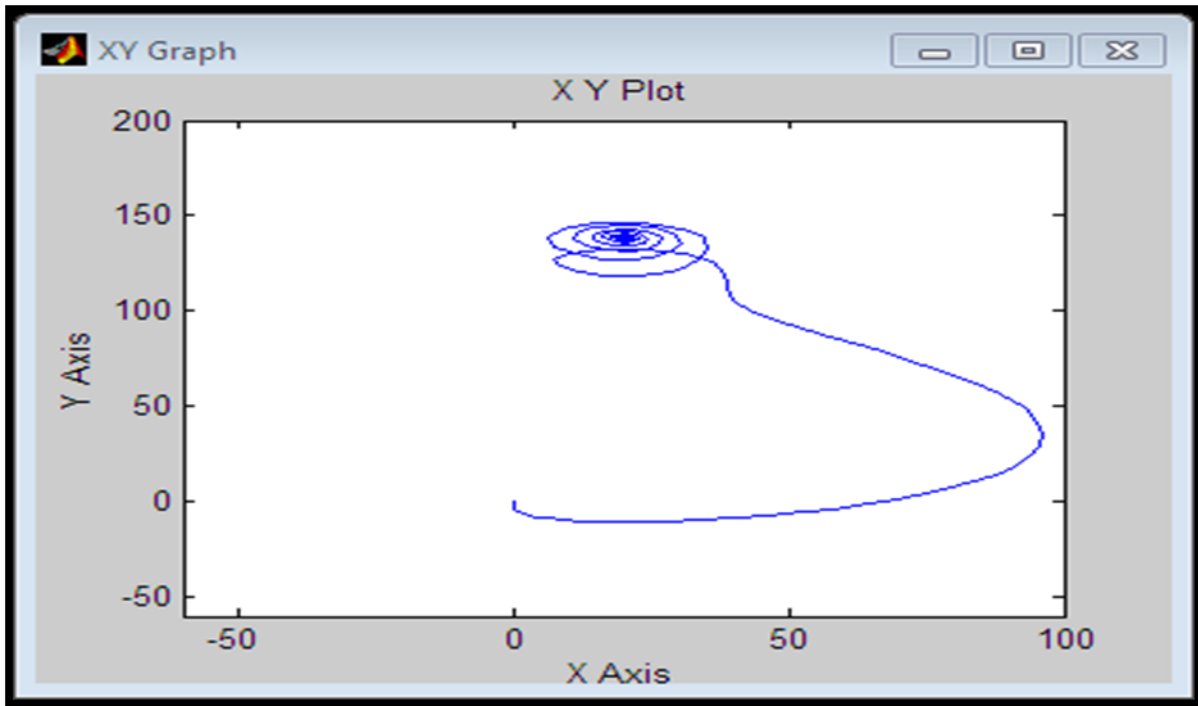


а)



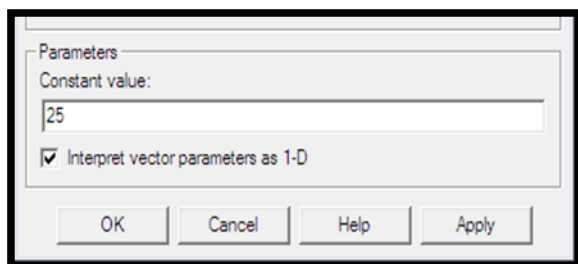
б)

Расми 8. Равзанаи кори constant а) ва series RLC б).

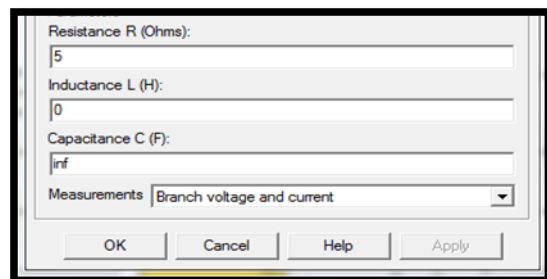


Расми 9. Харакистакаи механикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=20\text{Н}^*\text{м}$ ва бори активӣ 2 Ом будан.

Марҳилаи 3. Сарборӣ $M_c=10\text{Н}^*\text{м}$ ва бори активӣ 5 Ом.

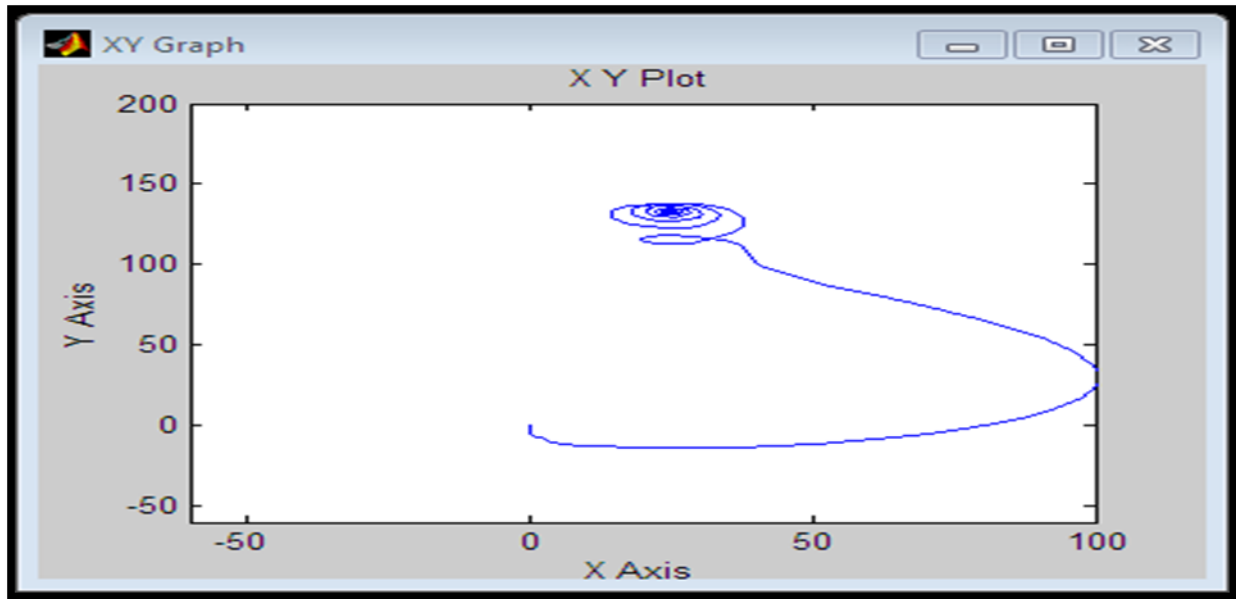


а)



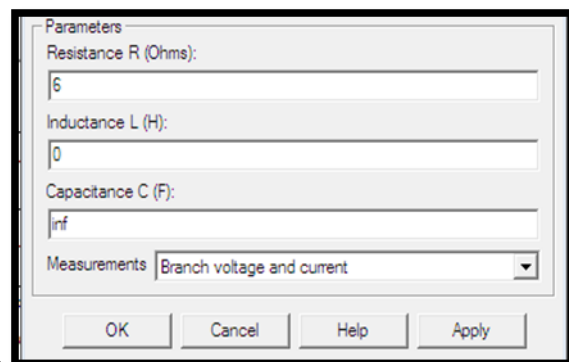
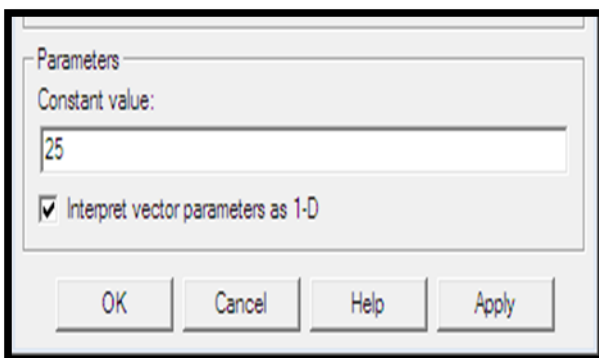
б)

Расми 10. Равзанаи кори constant а) ва series RLC б).

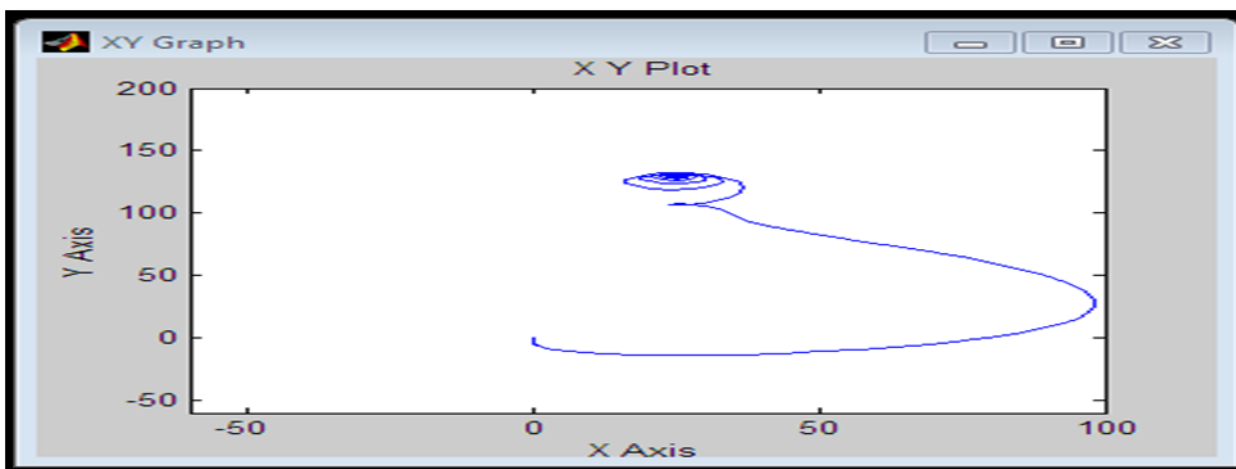


Расми 11. Характеристика механики муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=25 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 5 Ом будан.

Марҳилаи 4. Сарборӣ $M_c=25 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 6 Ом.



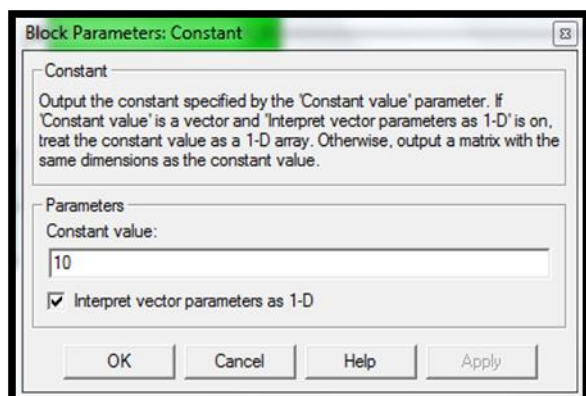
Расми 12. Равзанаи кори constant а) ва series RLC б).



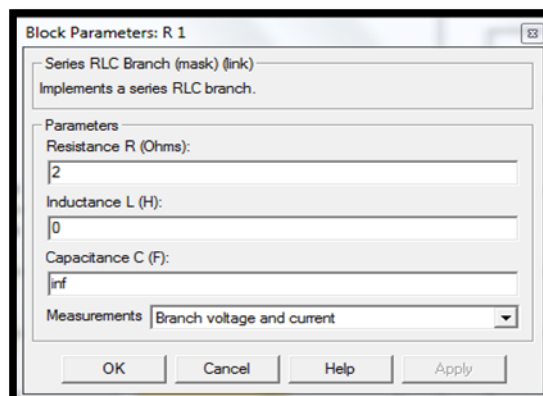
Расми 13. Хarakterистикаи механикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=25 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 6 Ом будан.

Соختани равандҳои гузариши муҳаррик дар вақти бақорандозӣ, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ дар навард ва тағйирдиҳии бори активӣ дар ротори муҳаррики асинхронӣ гузаронида, раванди гузариши ҷараёни статор ва ротори муҳаррик муайян карда мешавад. Барои фаҳмидани аҳамияти таъсири сарборӣ ва бори активӣ ба муҳаррики асинхронӣ, таҷрибаро дар 4 марҳила мегузаронем. Дар 2 марҳилаи аввал бори активиро доимӣ нигоҳ дошта, қиммати сарбориро тағйир медиҳем ва дар 2 марҳилаи охир қиммати сарбориро доимӣ нигоҳ дошта, бори активиро тағйир медиҳем.

Марҳилаи 1. Сарборӣ $M_c=10 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 2 Ом.

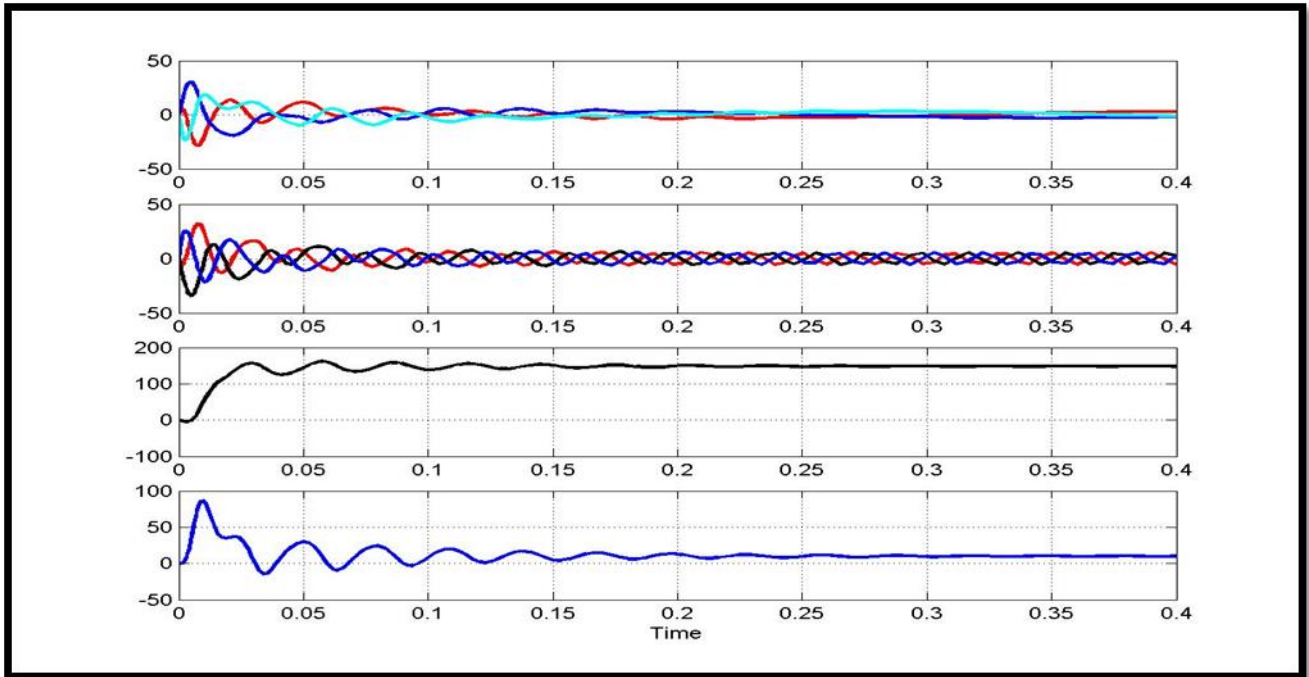


а)

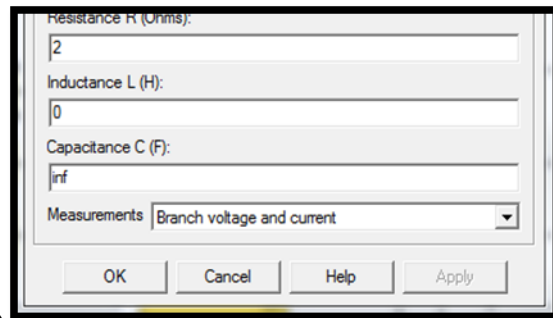
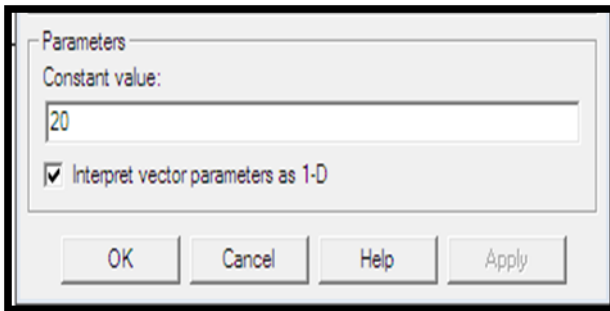


б)

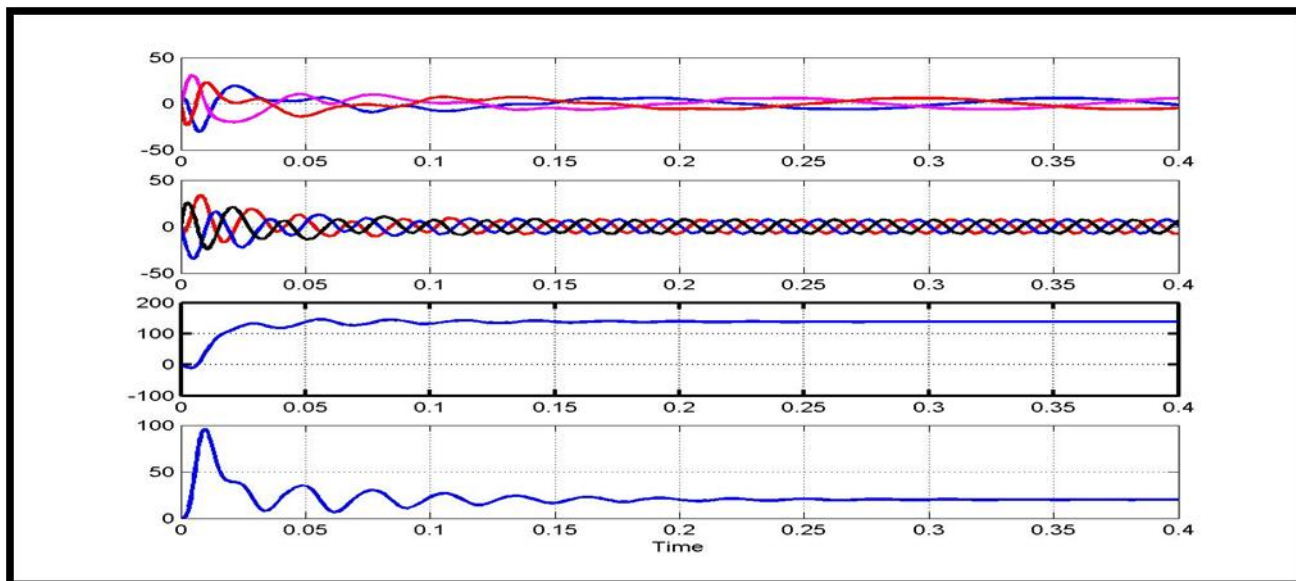
Расми 14. Равзанаи кори constant а) ва series RLC б).



**Расми 15. Раванди гузариши чараёни ротор ,статори муҳаррик , суръат ва моменти муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=10 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 2 Ом будан.
Марҳилаи 2. Сарборӣ $M_c=20 \text{ Н*м}$ ва бори активӣ 2 Ом.**



Расми 16. Равзанаи кори constant а) ва series RLC б).



Расми 17. Раванди гузариши ҷараёни ротор , статори муҳаррик , суръат ва моменти муҳаррик ҳангоми сарборӣ $M_c=20Н^*м$ ва бори активӣ 2 Ом будан.

Хулоса

Дар ин модел мо бо муҳаррики асинхронии ротораш фазавӣ таҷриба гузаронидем. Ба ҳамаи мо маълум аст, ки ба статори муҳаррики асинхронии ротораш фазавӣ барои кам кардани натиҷаҳои бакорандозӣ, бори активӣ валс мекунад. Бо роҳи моделиронӣ ба наварди муҳаррик – сарборӣ ва ба ротори муҳаррик – бори активӣ васл кардем ва таҷриба гузаронидем. Дар раванди таҷриба қимматҳои сарборӣ ва бори активиро тағйир дода қимматҳои суръат, момент, характеристикаи механикӣ ва ҷараёни ротор ва статорро муайян кардем. Бар замми ин вобастагии сарборӣ ва бори активиро ба қимматҳои бакорандозӣ муайян кардем, ки исботи гуфтаамон дар расмҳо ва графикҳои ин кор оварда шудааст. Масалан ҳангоми зиёд кардани бори активӣ, суръати муҳаррик кам мешавад ва ба монанди ин натиҷаҳои вобастагиро муайян кардем.

Феҳисти адабиёт

1. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходушных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с., ил.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 260 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.



УДК 621.313.322-82:621.317.32.023:537.523.4:620.192

Бобоев Ш.А.

ОСОБЕННОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЧАСТИЧНОГО РАЗРЯДА НА ГИДРОГЕНЕРАТОРАХ

Науч. рук., д.т.н., профессор, Александр Евгеньевич Усачев
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
E-mail: shuhrrar1004@mail.ru

Электроэнергия в современном мире является неотъемлемой частью жизнеобеспечения, начиная от простых потребителей жилых домов до больших промышленных предприятий. Генерация электроэнергии воспроизводится на разных типах электростанций, таких как; солнечные, ветровые, атомные, тепловые, гидравлические и т.д. Последнее, Гидроэлектростанция – ГЭС является наиболее надежным, возобновляемым, экологически безопасным и дешевым по выработке электроэнергии. И как основной элемент ГЭС, гидрогенератор находится под четким контролем состояния работоспособности во время эксплуатации. Выход из строя гидрогенератора может повлиять за собой срыв электроснабжения потребителей, который впоследствии может повлиять за собой большие неустойки. Надежность работоспособности во время эксплуатации гидрогенераторов до сегодняшнего времени сопровождалось разными видами диагностик и анализов состояния техническими осмотрами.

Неработоспособность или серьезные дефекты на гидрогенераторах обычно выявляется на стадии приёмно-сдаточных работ, высоковольтных испытаний, испытаний во время монтажа или производственно-технических осмотров во время эксплуатации. Если оборудования прошли все испытания при отключенном режиме или вывода от эксплуатации его работоспособность обуславливается полностью, так как, во время эксплуатации могут появляться малые дефекты подвергающий за собой частичный разряд ЧР, которые при нормальных условиях проверки испытания оборудования невозможно определить.

Определение ЧР в стендовых условиях является идеальным, и на сегодняшний день является основным методом диагностики во всех высоковольтных оборудованных. Но на период эксплуатации гидрогенераторов ГГ определения ЧР сопровождаются разными видами помех и воздействий.

Работоспособность состояния изоляции ГГ и его контроль во всех сферах энергетики выделяют большое значение внимания, и соответственно данные



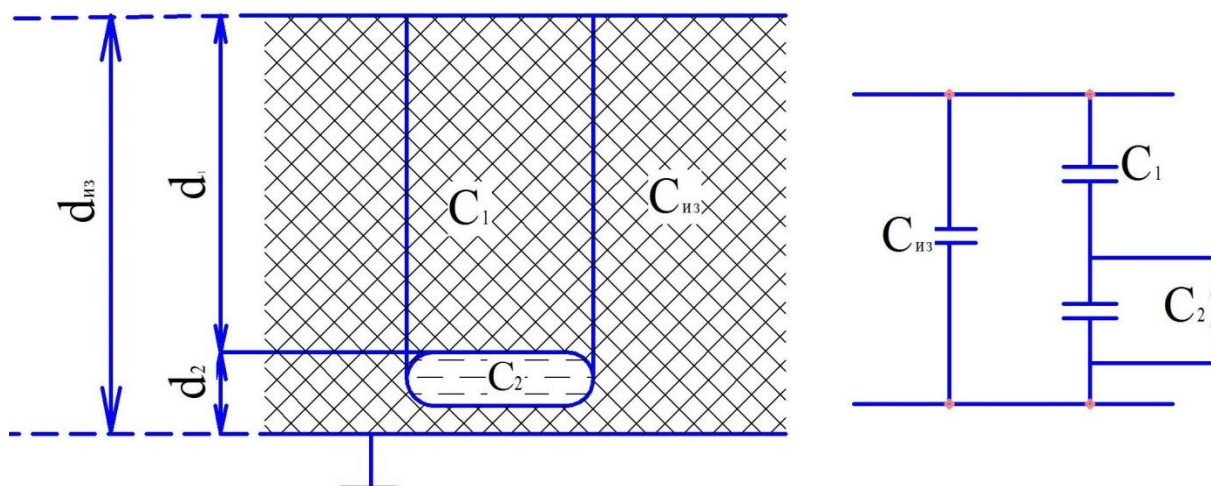
методы контроля ежедневно разрабатываются и совершенствуются. Наиболее исследуемой частью ГГ является метод измерения частичных разрядов в обмотках статора ГГ. Измерение ЧР могут дать возможность выявить слабые или поврежденные места изоляции стержней статора ГГ на ранних стадиях появления и развития. Такой метод позволяет своевременно реагировать на дефект и принять меры на проведении профилактических и ремонтно-восстановительных мероприятий. Диагностику ГГ методом ЧР, как правило, можно провести через регулярные промежутки в отключенном состоянии или в период эксплуатации. Измерение ЧР в ГГ на период эксплуатации в сети эффективно используется для анализа и определения тенденции изменения интенсивности ЧР и оптимизации времени проведения плановых проведения технических осмотров и отключений. Основные факторы влияющие на характеристики ЧР, являются: превышенная нагрузка ГГ, состояние температуры окружающей среды и системы охлаждения (влажность, загрязнение), индивидуальные особенности конструкции обмоток ГГ.

На сегодняшний день все проблемы с изоляцией обмотки статора ГГ в современных литературах по ЧР в ГГ принято относить к трем основным разделам:

1. Паза пакета статора, где частичные разряды возникают на участке изоляции «фаза —земля» и «фаза—фаза», т.е. между стержнями обмотки и стальной пакетом статора или же между двумя стержнями обмотки, принадлежащими разным фазам обмотки.

2. Участок вывода стержня обмотки статора, где разряды возникают на участке изоляции «фаза—земля». Здесь разряды возникают на фазном напряжении и чаще всего обусловлены проблемами полупроводящего покрытия в изоляции стержня.

3. Лобовые части стержня обмотки статора, где частичные разряды возникают на участке изоляции «фаза—фаза». Здесь они всегда возникают под воздействием линейного напряжения между фазами обмотки.



Эквивалентная схема изоляции стержня обмотки статора ГГ.

При изучении ЧР на диэлектриках стержней статора ГГ [1, 12-14] используется простая эквивалентная схема замещения ёмкостью C_x (1), которая представлена тремя ёмкостями (см. рис), которые: C_2 – ёмкость элемента диэлектрика, в котором происходит ЧР (ёмкость включения); C_1 – ёмкость элемента диэлектрика, над (под) дефектом и включенного последовательно с первым; $C_{из}$ – ёмкость остальной части диэлектрика.

$$C_x = C_{из} + \frac{C_2 C_1}{C_2 + C_1} \quad (1)$$

Возникновения ЧР произойдет тогда, когда напряжение на включении (C_2 см. рис) будет достигать пробивного значения $U_{в.п.}$ (напряжение зажигания разряда во включении), потенциалы верхней и нижней обкладок ёмкости C_2 выравниваются, а ёмкость столбика с дефектом увеличивается и становится равной C_1 , т.е. суммарная ёмкость замещения C_x увеличивается.

Заключение

Обосновываясь на выше указанные проблемы возникновения дефектов на ГГ можно сделать следующее заключение:

1. Вероятность использования ГЭС наиболее эффективны, так как показатели себестоимости и безопасности данных электростанции намного выше, чем другие электростанции. Соответственно в практике такие электростанции строятся с большими мощностями, чем другие электростанции.

2. Работоспособность и надежность эксплуатации основного элемента электростанции - ГГ можно повысить за счет постоянного контроля исследования и анализа ЧР на стержнях статора ГГ, который дает возможность



своевременно определить место появления дефектов и дальнейшего его ремонта.

3. В качестве объекта исследования ЧР на стержнях статора выбрано ГГ марки ВГС-700/100/48, в котором в будущих статьях и тезисах будет подробное описание исследования ЧР.

Источники

1. Кучинский Г. С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях // Л.: Энергия. - 1979.

2. Ба Бораик А. М. Особенности наблюдения частичных разрядов в статорах турбогенераторов, включенных в сеть. / Ба Бораик А. М., Усачев А.Е., Кубарев А. Ю., Маргулис С. М. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – №1 – 3-4.

3. Тестирование генераторов и электродвигателей на частичные разряды. ООО «ДиАйрис»

4. Беляевский О.А. (НПО ЭЛЕКТРУМ, Санкт-Петербург) Курбатова А.Ф. (НИИПТ, Санкт-Петербург) Идиатуллоев Р.М. (МЭС Северо-Запада, Санкт-Петербург) Измерение частичных разрядов при контроле изоляции оборудования. Опубл. 18 мая 2012.

Бобоева Н.Б., Тошхочаева С.А., Махмудова Н.Н.

ВОБАСТАГИИ ЗЕҲНИ СУЊИ БО ҶАНБАҲОИ ЭНЕРГЕТИКИИ РАҚАМИКУНОӢ ДАР БИНОҲО

МДТ Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров
E-mail: nabuvat.1965@gmail.com

РақамикуноӢ аксар вақт самти афзалиятноки инноватсия дар соҳаи энергетика мебошад. Биноҳое, ки иқтидори тахминии истеъмоли энергияи ҷаҳониро то соли 2040 то даҳ дар сад коҳиш медиҳанд, ба шарте ки технологияҳои рақамӣ дар тамоми занҷири арзиши сохтмон ва дар тӯли давраи зиндагии онҳо тадбиқ карда шаванд, барои тадбиқи он як имконияти васеъ фароҳам меорад. Тадбиқи ин мақсад мавҷудияти унсурҳои зеринро пешбинӣ мекунад: иқтисодиёти энергетикӣ ба истеъмолкунанда нигаронида шудааст, яъне ба системаҳои энергетикӣ дахл дорад, ки ҷалби истеъмол, ҳисси масъулияти шахсӣ ва ҳисси нақши онҳоро таъмин мекунад.



Рақамигардони тамоми соҳаҳо ва системаҳоро ба усулҳои бештар ба истеъмолкунандагон нигаронидашудаи фаъолият суръат мебахшад:

1. Кам кардани партовҳои гази карбон муаммои умумичаҳониест, ки дар назди ҳамаи соҳаҳои иқтисодиёт истода, аҳамияти калони ҷамъиятӣ дорад. Самаранокии энергетикӣ як самти афзалиятноки интиқоли энергия дар бисёр кишварҳо мебошад, ки боиси қабули нақшаҳои беҳтар кардани кори дастгоҳҳои техникӣ, баланд бардоштани самаранокии биноҳо ва шабакаҳои тақсимоӣ мегардад. Биноҳои пайваस्तшуда намунаи арзиши аълои он мебошанд, ки ҷӣ тавр ҳамохангсозии датчикҳо (аз ҷумла Интернет (IT), дастгоҳҳои интеллектуалӣ ва сигналҳои шабакавӣ метавонанд ба баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ фонди ҷаҳонӣ биноҳо мусоидат кунанд;

2. Насли нави қувваи кории соҳибхтисос, ки қодир ба тавсеаи имкониятҳои мавҷудаи ҷаҳонӣ нигаронида шудааст. Табдилдиҳии рақамӣ ба қувваи кории мавҷуда ҳам бартарӣ ва ҳам нуқсонҳо меорад, ки дар соҳаи саноат, инчунин дар соҳаи маориф, таълим ва бозомӯзӣ чораҳои дахлдорро талаб мекунад. Дар заминаи ин фаъолиятҳо, ин ҳуҷҷати мубоҳисавӣ нақши рақамикунониро дар биноҳо баррасӣ мекунад ва масъалаҳоеро ҳал мекунад, ки барои беҳсозии кори биноҳо ва инфрасохтори умумии энергетикӣ муҳиманд. Мақсади он пешниҳоди мухтасар, равшан ва мутавозин оид ба масъала барои сиёсатмадорон ва дигар ҷонибҳои манфиатдор мебошад.

Ҳуҷҷати мазкур имкониятҳо ва манфиатҳои рақамикунонии истифодаи сершабакавии калон ва таҳлили пешрафтаи шабакаҳоро барои оптимизатсияи талафоти энергияи биноҳо дар муддати сохтани бино пешниҳод мекунад. Масъалаҳои ҳифзи маълумоти шахсии истеъмолкунандагон ва киберамният баррасӣ мешаванд. Нақши марказҳои нигоҳдори ва коркарди маълумот ва таъсири онҳо дар маҷмӯъ ба муҳити зист муфассал таълил шуда, масъалаи сармояи инсонӣ, ки аҳамият пайдо мекунад, низ таъкид шудааст. Ниҳоят, ин санад ба ташвиқи ниҳодҳои зерсохтори Кумитаи энергияи устувор ва дигар мақомот ё созмонҳои дахлдор барои муттаҳид кардани нерӯҳо дар таҳқиқи манфиатҳо ва монеаҳо дар роҳи рақамисозии системаи энергетикӣ нигаронида шудааст.

Дар саросари ҷаҳон афзоиши доимии ҷараёни маълумот дар бахши сохтмон мушоҳида мешавад, ки ин асосан ба истифодаи густурдаи IT дар биноҳо ва ҷамъовариҳои иттилоот аз сарчашмаҳо, аз қабилҳои системаҳои назоратӣ, сенсорҳо, ҳисобкунакҳо ва дастгоҳҳои фарсудашаванда вобаста аст. Пешбинӣ шудааст, ки истифодаи дастгоҳҳо дар сохтмон хеле меафзояд. То соли 2050 технологияи истифодаи датчикҳо дар идоракунии тақрибан 10 Ҷоизи истеъмоли умумии энергияро дар соҳаи сохтмон сарфа мекунанд. Маълумоте, ки аз ин дастгоҳҳо ҷамъоварӣ мешавад, ба беҳтар кардани маълумот дар бораи сохти



биноҳо ва андешидани тадбирҳои мувофиқ барои ноил шудан ба бисёре аз мақсадҳои рушди устувор кӯмак менамояд. Ба таври интиқодӣ, барои мукамал намудани дониш оид ба истифодаи энергияи биноҳо имкон медиҳад, ки қарорҳои бештар аз ҷиҳати сиёсӣ қабул ва амалӣ карда шаванд.

Маълумотҳои ҳаҷман калон ин миқдори зиёди маълумотест, ки аз сарчашмаҳои гуногун ҷамъоварӣ мешавад; ин ҳаҷми маълумот ба таври экспоненсиалӣ афзоянда мебошад. Ҷамъовариҳои маълумоти калон чунин хосиятҳо дорад:

- 1) ҳаҷм (ҳаҷми маълумот),
- 2) суръат (суръати тавлид),
- 3) гуногунрангӣ (намудҳои зиёди маълумот),
- 4) тағйирёбанда (дараҷаи тағйирёбии доимии онҳо),
- 5) эътимоднокӣ (эътимоднокӣ ё дурустии додаҳо),
- 6) визуализатсия (дараҷаи дастрасӣ ва хониш)
- 7) фоиданокӣ (азбаски ин сифати маълумот ҳадафи асосии ҷамъовариҳои онҳост, маълумот бояд арзишманд бошад).

Коркарди маълумотҳои таҳлилӣ як таҳлили систематикӣ ҳисобкунии маълумот ё оморҳои мустакил ё нимаавтономӣ мебошад. Он чор намуди асосиро дар бар мегирад:

- 1) тавсифӣ,
- 2) ташхисӣ,
- 3) пешгӯӣ,
- 4) дастурамал.

Коркарди таҳлилии додаҳо истифодаи усулҳои мураккаби коркарди автоматикунонидашуда ва ба даст овардани далелҳо барои дарки амиқтари иттилооти ҷамъовардашуда ва дар ниҳоят ҳолат ё раванде, ки бо истифода аз ин маълумот тавсиф шудааст, дар бар мегирад. Илова бар ин, дар асоси коркарди аналитикӣ метавон пешгӯӣ кард, ки ба кам кардани сарфи энергияи биноҳо ва баланд бардоштани бароҳатии гармии сокинони онҳо мусоидат мекунад.

Бо назардошти афзоиши босуръати маълумоти калон, барои омӯзиши он бо усулҳои анъанавии таҳлил садсолаҳо лозим аст. Зеҳни сунъӣ (ЗС) як равиши пешқадамтар барои омӯختани маълумоти дақиқ мебошад. Байни маълумоти дақиқ ва зеҳни сунъӣ робитаи хеле наздики симбиотикӣ вучуд дорад: арзиши маълумоти дақиқро бидуни зеҳни сунъӣ муайян кардан мумкин нест ва зеҳни сунъӣ барои бештар кардани дақиқии натиҷаҳо ба миқдори зиёди маълумот дастрасӣ дорад.

Зеҳни сунъӣ - ин илми байнисоҳавӣ аст, ки компютерҳо ва мошинҳои ҳисоббарорро барои тақлид кардани қобилиятҳои қабули қарорҳо истифода мебарад, ки одатан зеҳни инсонро талаб мекунад. Афзоиши қудрати



ҳисоббарорӣ, нигоҳдории арзон ва дастрасии миқдори зиёди иттилоот ба пешрафтҳои алгоритмӣ дар зехни сунъӣ оварда расонидааст. Омӯзиши соҳаи мошинсозӣ шохай зехни сунъӣ мебошад ва ба системаҳо имкон медиҳад, ки дар асоси таҷриба ва маълумоти нав бидуни ниёз ба азнавбарномасозӣ ба таври худкор омӯхта ва такмил дода мешавад. Ин як усули маъмули омӯзиш дар саноати мошинсозӣ, ки одатан ҳангоми сохтани маълумот аз маълумоти аллакай ҷамъовардашуда истифода мешавад. Илова бар ин, омӯзиши мошинсозӣ маҷмӯи алгоритмҳои, ки барои он тарҳрезӣ шудаанд, ва барнома аз такрорҳои қаблӣ омӯхта шудааст. Омӯзиши мошинсозӣ ба се намуди асосӣ тақсим мешавад:

- 1) омӯзиши назоратшаванда
- 2) омӯзиши беназорат
- 3) омӯзиши мустақкам.

Омӯзиши амиқ як зербаҳши омӯзиши мошинист, ки тафаккури инсонро дар бар мегирад, ва шабакаҳои нейронҳои сунъиро дар маҷмӯаҳои бузурги додаҳо таълим медиҳад. Алгоритмҳои омӯзиши мошинсозӣ ба таври васеъ ба ду намуд тақсим мешаванд: омӯзиши классикии мошинсозӣ ва омӯзиши амиқ.

Танзими навоарона аҳамияти аввалиндараҷа дорад ва амали қатъӣ пеш аз ҳама, фаврӣ талаб мекунад. Дар ин шароит масъалаи сарфи энергияи биноҳо роли калон мебозад. Мисли дигар бахшҳо, тавсеаи рақамисозӣ дар ин бахш дастгирии мақсаднокро таъмин хоҳад кард. Бо вучуди ин, барои он ки рақамисозӣ дастгирии фаврӣ расонад ва ба ин васила ба коҳиш додани истеъмоли энергияи биноҳо мусоидат кунад, рушди технологӣ бояд ҳамроҳӣ карда шавад ва инноватсия бо чораҳои танзимкунанда ҳавасманд карда мешавад. Азбаски рақамисозӣ метавонад ба баланд бардоштани устувории биноҳо дар тамоми давраи зиндагии онҳо (тарроҳӣ, сохтмон, истифода ва нигоҳдорӣ, инчунин вайронкунӣ) мусоидат кунад, бояд стандартҳои мувофиқ таҳия карда шаванд, дар ҳоле ки татбиқи амалии технологияҳои рақамӣ дар биноҳо бояд аз ҷониби ташкилотҳо дастгирӣ карда шаванд. Тавре ки дигар мисолҳо нишон медиҳанд, дар марҳилаи пеш аз сохтмон, сканеркунии 3D (масалан, ҷойгиркунии бино дар системаҳои иттилоотии ҷуғрофӣ (СИЧ) биноҳоро барои беҳтар кардани гармии офтоб вобаста ба минтақаи иқлим оптимизатсия мекунад, инчунин идоракунии лоиҳа ва логистикиро беҳтар мекунад. Дар раванди истифодабарии техникӣ ва нигоҳдории биноҳо бо ёрии рақамӣ системаи энергетикӣ «фаъл»-ро таъсис додан мумкин аст, ки аз ҷумла идоракунии самаранок ва пурра автоматикунонидашудаи истеъмоли қувваи барқ ва гармиро дар бар мегирад, ки чунин фаҳмидан мумкин аст: гузариш аз истеъмол ба таъминоти энергия ба шабака мебошад. Биноҳо метавонанд барои ба эътидол овардани тағйирот дар тавлиди энергияи барқароршаванда саҳми



назаррас гузоранд. Ҳамин тариқ, истифодаи зеҳни сунъӣ имкон медиҳад, ки эҳтиёҷоти инфиродӣ пешгӯӣ карда шавад ва аз ин рӯ, истехсоли ҳаҷми пешбинишудаи нерӯи барқ, баланд бардоштани беҳатарии умумии энергетикӣ ва таъмини ҳамгирии манбаъҳои барқароршавандаи энергия ба шабака таъмин карда шавад.

Бо вучуди ин, таҳия ва тадбиқи чунин қарорҳои рақамӣ на танҳо дастгирии танзимкунанда, балки таҳияи стандартҳои техникӣ низ талаб мекунад. Системаҳои иттилоотӣ ва технологияҳои мувофиқ бояд ҳам пайвандҳои дохилӣ ва ҳам интерфейси махсуси мубодила бо муҳити беруна дошта бошанд. Аз ин лиҳоз, чунин системаҳо бояд аз ҷиҳати техникӣ кушода бошанд (на хусусӣ), то интерфейсҳои системаҳои иттилоотии оперативӣ ба осонӣ таҳия карда шаванд.

Аз ин рӯ, истифодаи асбобҳои муосири сиёсати инноватсионӣ нақши рӯзафзун мебозад. Дар самти мушаххас суҳан дар бораи ҳамкориҳои олимон бо намояндагони соҳаҳои сохтмон ва энергетика барои зуд ва мақсадноки санҷидани инноватсияҳои рақамӣ ба маънои васеъ, зуд омӯختани таҷрибаи ҷамъшуда ва ҷорӣ кардани барномаҳои нав меравад. Бо мақсади ҷалби сармоя ба сохтмони биноҳои аз иқлим безарар ва технологияҳои рақамӣ таъмини беҳатарии сармоягузорӣ зарур аст. Таҳияи консепсияҳои кушода, миқёспазир ва васеъшавандаи рақамисозӣ, бо назардошти аҳамияти ҷамъиятии онҳо, як вазифаи алоҳидаи сиёсӣ мебошад, ки бояд ҳамчун авлавият ҳал карда шавад.

Феҳристи адабиётҳо:

1. Алферьев Д. А. Развитие искусственного интеллекта в современной экономике / Д. А. Алферьев, А. Е. Кремин // Human Progress. - 2020. - Т. 6, № 1. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42799982> (дата обращения: 15.05.2020)

2. Амиров Р. А. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования / Р. А. Амиров, У. М. Билалова // Управленческое консультирование 2020. - № 3 (135). - С. 80-88. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42699586> (дата обращения: 15.05.2020)

3. Бегишев И. Р. Искусственный интеллект как правовая категория: доктринальный подход к разработке дефиниции / И. Р. Бегишев, Э. Ю. Латыпова, Д. В. Кирпичников // Актуальные проблемы экономики и права. - 2020. - Т. 14, № 1. - С. 79-91.



КДУ 6п 2.7

Домуллоҷонов А., Ҳусейнова М.В.

ОБГАРМКУНАКИ ОФТОБИИ ПОЛИКАРБОНАТӢ

МДТ “Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров”,
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Хучанд, гузаргоҳи Мавлонбеков 1,
телефон (+992) 92-701-97-33, add-1956@mail.ru

Дар соҳаи энергетикаи кишвар таъмини пурраи талаботи мамлакат бо нерӯи барқ ва гармӣ дар фаслҳои тирамоҳу зимистон тавассути барқарор намудани иқтидорҳои мавҷуда, истифодаи манбаъҳои алтернативии истеҳсоли қувваи барқ ва ба қор андохтани иқтидорҳои нав, инчунин тадбиқи сиёсати самараноки сарфаи нерӯи барқ, паст кардани талафот он, амалисозии лоиҳақашӣ ва бунёди марказҳои барқу гармдихӣ ва дар ин асос расидан ба истиқлолияти энергетикӣ аз ҷумлаи вазифаҳои аввалиндараҷаи мо мебошад»[1].

Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат, мӯхтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистонро, ки дар санаи 22.12.2016 баргузор гашта буд, дар амал тадбиқ намуда оиди истифодаи сарфакоронаи энергияи барқӣ, маърифати сарфаю сариштакорӣ ҳарчи бештар ташвиқу тарғибот мекунад. Яке аз самтҳои маърифати сарфаю сариштакорӣ истифодаи энергияи барқӣ, ин истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия, мисли энергияи офтоб мебошад [1].

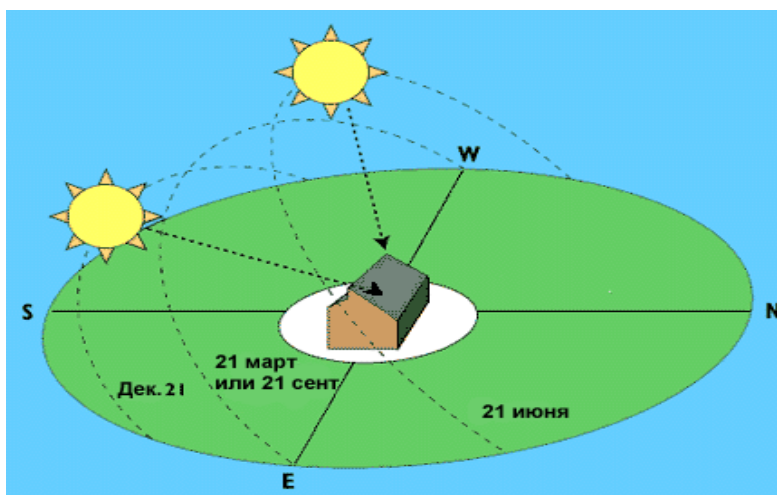
Тибқи захираҳои сӯзишворӣ, ки истеъмоли нафт ба 40 сол, гази табиӣ ба 62 сол, ангиштсанг ба 224 сол мерасад, пас фикри интиҳоби дигар манбаъҳои энергия ба миён меояд. Аз ин лиҳоз барои таъмин кардани талаботи аҳоли бо энергия аз дигар намудҳои манбаъҳои энергияи барқароршаванда мисли энергияи офтоб, энергияи бод, энергияи қабри заминӣ ва энергияи хамираи биологӣ истифода бурдан дар айни ҳол актуалӣ мебошад. Ба болоравии сатҳи иҷтимоию иқтисодии аҳоли, алалхусус мардуми деҳот бо роҳи қорӣ намудани технологияи инноватсионие, ки бо манбаъҳои барқароршавандаи энергия қор мекунад ва ба таъминоти муттасили нерӯю ҷойҳои қорӣ нав, мусоидат мекунад. Истифодаи нерӯҳои альтернативӣ ихроҷи газҳои гармхонавиро, ки яке аз сабабҳои асосии бевоситаи гармшавии глобалӣ ва тағйирёбии иқлим мебошад, қам мекунад.

Нурафкании Офтоб тахминан $1,1 \times 10^{20}$ кВт/соат дар як сонияро ташкил медиҳад, ки аз сабаби инъикос ($1/3$ ҳисса дар қабати болоии атмосфера), пароканда ва дар натиҷаи ҷаббиш бо газҳои атмосфера фақат 47%и тамоми



нерӯ ё тахминан 700 квадрилон (7×10^{17}) кВт/соати он ба рӯи Замин мерасад. Агар ба тариқи содда гӯем, киловатт/соат ин меъёри нерӯе, ки барои фурузон гардонидани чароғи барқии иқтидораш 100 ватт дар давоми 10 соат баробар аст. Меъёри нерӯе, ки дар воҳиди вақт ба сатҳи рӯи Замин омада мерасад ба чанд омилҳо вобаста аст: арзҳо, иқлими маҳал, фасли сол ва моилии кунҷи Офтоб нисбат ба сатҳи Замин.

Дар қаламрави Ҷумҳуриямон аз 280 то 330 дар як сол рӯзҳои пурдурахши офтобӣ мушоҳида мешаванд. Вақти мусоидати ҳаво ҷамъи нурафкании офтоб 7500-8000 МДж дар як метри мураббаъ ва тӯли ҷилои офтоб бошад, аз 2100 то 3170 соатро дар як сол ташкил мекунад.



Расми 1. Моилии кунҷи Офтоб нисбат ба сатҳи Замин

Аз ҷиҳати ҷуғрофӣ ҷойгиршавии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва иқлими он имконияти бештар ва самаранок истифодабарии нерӯи офтобиро дорад. Иқтидори умумии нерӯи офтобӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон қимати 3×10^3 млрд. кВт соат/солро ташкил медиҳад (мувофиқи маълумоти вазорати энергетика ва саноат, соли 2017). Шиддати нурафкании Офтоб дар аксари ноҳияҳои ҷумҳурӣ то 1000 Вт/м^2 , ҷамъи солонаш бошад, 2000 кВт/м^2 -ро ташкил мекунад.

Истифодаи нерӯи офтобӣ аз ҷиҳати экологӣ тоза, нисбатан арзон буда, таҷҳизотҳое, ки барои истеҳсоли нерӯи офтобӣ лозим аст, бе таъмир ва ивазшавӣ кор мекунанд[4].

Яке аз таҷҳизотҳои офтобӣ, ки дар асоси поликарбонат сохта шудааст, ки масоҳати ин обгармунаки офтобӣ $360\text{-}560\text{мм}^2$ -ро ташкил мекунад. Масоҳатҳое, ки дар ин обгармунаки офтобӣ истифода бурда мешавад, ин поликарбонат мебошад. Поликарбонат дорои характеристикаҳои физикӣ ва химикӣ мебошад, ки аз оинаи шаффоф кам фарқ мекунад.



Расми 2.Обгармкунаки офтобии поликарбонатӣ

Аз рӯи қайди натиҷаҳои моҳи ноябри соли 2022 ҳангоми ҳарорати ҳавои беруна 15- 18 °С будан, ҳарорати об дар коллектори поликарбонат 60-65 °С-ро ташкил дод. Дар асоси тадқиқотҳо муайян шуд, ки поликарбонат оина(шиша)-ро иваз карда метавонад ва поликарбонат аз нуқтаи назари экологӣ бартарӣ дорад.

Адабиёт

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат, мӯҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон. ш. Душанбе 22.12.2017.
2. Домулладжанов А., Ташходжаев Х.А. Использование солнечной энергии в Таджикистане. Учённые записки. 2005, №6.
3. Домулладжанов А., Кадыров А.Л., Кадыров А. Высокоэффективный солнечный коллектор для обогрева воды. Материалы международной конференции. г. Чкаловск, ТГМУ. 2009.
4. Домулладжанов А. Проектирование систем горячего водоснабжения с солнечных водонагревательными установками. Материалы Международного научного симпозиума «Возобновляемые источники энергии: проблемы и перспективы» г. Худжанд, 24-26 мая 2011 г. - С. 101-111.
5. Домулладжанов А., Абдуллаев Д.А. Разработки и исследования солнечных воздухонагревательных установок для сушки фруктов. Материалы Международного научного симпозиума «Возобновляемые источники энергии: проблемы и перспективы» г. Худжанд, 24-26 мая 2011 г. 111 – 115 стр.



УДК 620.91

Злотников А.И.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МДО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Республика Беларусь, г. Гомель, 246029, пр. Октября, 48,
тел.: (+375) 29-379-98-05, E-mail: zlotnikov@gstu.by

Задача разработки светопоглощающих покрытий весьма актуальна для современной техники и имеет самые различные конкретные применения. Во-первых, это проблема снижения рассеянного светового фона в оптических приборах и приборах индикации современных транспортных средств. Во-вторых – разработка эффективных светопоглощающих покрытий для преобразователей солнечной энергии в тепловую. Среди возобновляемых источников энергии именно солнечная энергия по своим масштабам, экологической чистоте и повсеместной распространенности является наиболее перспективной.

Главным конструкционным элементом любой установки по преобразованию солнечной энергии в тепловую является солнечный коллектор, который представляет собой контейнер, в котором находится так называемый абсорбер – металлическая пластина с циркулирующим в нем теплоносителем. Для улучшения теплопроводности абсорбер изготавливают не только из стали, но и из алюминия и даже меди. Обращенная к солнцу сторона контейнера закрыта прозрачной пластиной (стекло, пластик), которая пропускает солнечные лучи внутрь коллектора, но отражает обратно инфракрасное излучение с поверхности адсорбера. Согласно источнику [1] поверхность адсорбера обычно окрашивают черными красками иногда с добавлением сажи. Такие покрытия обладают недостаточной светопоглощающей способностью и неудовлетворительными защитными свойствами и обычно требуют периодического возобновления.

С другой стороны, из патентной литературы известно, что методом микродугового оксидирования (МДО) на поверхности алюминия и его сплавов можно получать черные покрытия с высокими светопоглощающими свойствами, высокой механической прочностью и стойкостью к воздействию неблагоприятных атмосферных факторов. [2].



В связи с этим целью данной работы является разработка и исследование свойств черных покрытий получаемых на поверхности алюминиевых сплавов методом МДО и изучение возможности их использования в качестве светопоглощающих покрытий солнечных коллекторов.

Процесс МДО основан на анодном окислении металлов (алюминия, титана и их сплавов) в растворе электролита (щелочном или кислотном) и является сложным многофакторным процессом, зависящем от состава электролита, токового режима, состава сплава и др. Под действием высокого напряжения на поверхности оксидируемого металла возникают микроплазменные разряды, в результате чего на поверхности образуется оксидно-керамическое покрытие, состоящее преимущественно из оксидов металлов (для алюминиевых сплавов – это оксид алюминия во внутренних частях покрытия и силикат алюминия во внешних). [3].

В данном исследовании процесс МДО алюминиевых сплавов проводили в симметричном анодно-катодном режиме с использованием переменного тока частотой 50 Гц. Использование для проведения процесса МДО синусоидального напряжения с частотой 50 Гц позволяет использовать обычное промышленное напряжение, не прибегая к преобразователям частоты, что значительно упрощает процесс. Плотность тока поддерживалась около 5 А/дм^2 , напряжение изменяли в пределах от 0 до 250 В. Проведение процесса при напряжениях более 250 В может привести к переходу процесса из микродугового режима в дуговой, что сопровождается разрушением уже сформированного покрытия. В качестве базового электролита использовали силикатно-щелочной раствор включающий гидроксид калия – 2,0 г/л и силикат натрия – 14, в который добавляли молибденовокислый аммоний $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в количестве 4 г/л. Его введение обеспечивает присутствие в электролите ионов молибдена, которые в процессе формирования покрытия методом МДО внедряются в кристаллическую решетку оксидов алюминия и кремния, изменяя структуру и свойства керамического покрытия, что позволяет получать на алюминии и его сплавах керамические покрытия с выраженным черным цветом и низким коэффициентом отражения видимого света. Окраска оксидно-керамических покрытий в черный цвет согласно проведенным исследованиям обусловлена образованием в объеме материала покрытия силикатов молибдена.

Покрытия наносили на прямоугольные пластины из алюминиевого сплава марки Д16 размером 40x40 мм и толщиной 1 мм, подключенные к полюсам регулируемого источника напряжения. Свойства полученных покрытий приведены в таблице (образец 1).



Механические свойства полученных покрытий оценивали по их микротвердости, которую определяли по стандартной методике на приборе ПМТ-3 при нагрузке 2 Н. Оптические свойства характеризовали коэффициентом поглощения света (отношение величины поглощенной световой энергии, к величине световой энергии падающей на поверхность), измерение которого проводили с помощью накладного фотометра модели ФМ-59. Важным показателем светопоглощающих покрытий для гелиоустановок является их селективность – высокая поглощательная способность в диапазоне длин волн солнечного света менее 2 мкм и низкая излучательная способность в инфракрасной области с длиной волны более 2 мкм.

Селективность оценивали на лабораторной установке, в которой свет от рефлектора с лампой накаливания падал на белый экран с отверстием размером 30x30 мм, за которым устанавливали образец с покрытием. Под действием излучения лампы образец нагревался и температуру на его обратной стороне измеряли электрическим термометром. Для исключения потерь тепла обратную сторону образца закрывали теплоизоляцией. Эта температура может служить мерой селективных свойств покрытия.

Такой вывод можно обосновать следующими теоретическими предпосылками. Обозначим мощность излучения рефлектора, падающего на единицу площади образца через P , а поглощательную способность покрытия образца через α_s , тогда мощность поглощенной энергии будет равна $P_{\text{погл}} = \alpha_s P$. Под действием излучения рефлектора образец будет нагреваться пока его температура не достигнет равновесного значения T , при которой мощности поглощенного и испускаемого излучения $P_{\text{исп}}$ будут равны ($P_{\text{погл}} = P_{\text{исп}}$). По закону Стефана-Больцмана $P_{\text{исп}} = \varepsilon \sigma T^4$, где ε – излучательная способность образца в инфракрасном диапазоне. Следовательно, если $\alpha_s P = \varepsilon \sigma T^4$, тогда отношение $\alpha_s / \varepsilon = \sigma T^4 / P$ будет характеризовать селективные свойства покрытия. Так как мощность излучения рефлектора P во всех опытах была постоянной, то температура T образца является мерой степени селективности покрытий.

Дополнительного улучшения светопоглощающих свойств удалось добиться путем нанесения на поверхность полученного МДО-покрытия тонкого слоя оксида меди (CuO). Предположительно это может быть связано с особыми полупроводниковыми свойствами кристаллического оксида меди. Для этого готовое покрытие пропитывали водным раствором формиата меди с последующим его разложением при температуре 240-260 °С. При термическом разложении формиата меди на поверхности керамического покрытия выделяется тонкий слой коллоидных частиц меди, которые вследствие их высокой химической активности и наличия высокой температуры очень быстро окисляются с образованием слоя оксида меди, прочно сцепленного с



керамической подложкой. Свойства МДО-покрытий модифицированных оксидом меди приведены в таблице (образец 2). Как видно из приведенных данных, наличие на поверхности покрытия оксида меди увеличивает коэффициент поглощения солнечного света и селективные свойства.

С целью еще большего увеличения селективных свойств покрытий было изучено модифицирующее влияние добавок фторопластовой эмульсии Ф-4Д в электролит при проведении МДО. Эмульсию в количестве 5-10 г/л вводили в электролит на конечной стадии формирования покрытия. В результате этого на поверхности керамического покрытия образуется тонкий слой фторопласта и продуктов его термического разложения микроплазменными разрядами, который как показали исследования, повышает степень селективности получаемых светопоглощающих покрытий (образец 3).

Сравнительные свойства покрытий

<i>Характеристика</i>	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Коэффициент поглощения света, %	83-85	90-93	92-96
Равновесная температура, К	298	307	315
Микротвердость, ГПа	8,2	8,1	6,8

Кроме высокой поглощающей способности разработанное оксидно-керамическое покрытие обладает высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред и неблагоприятных атмосферных факторов и очень хорошо защищает металлический абсорбер коллектора от механических повреждений.

Полученные покрытия можно наносить или непосредственно на рабочую поверхность абсорбера (если оборудование и размер адсорбера позволяет полностью погрузить его рабочую поверхность в электролит) или на листы алюминиевой фольги приемлемых размеров, которой затем можно покрывать нужные участки поверхности. Второй способ по-видимому является более перспективным, так как заранее изготовленные листы фольги с нанесенным покрытием можно наклеивать на нужные участки абсорберов любой конструкции и размеров.

Литература

1. Харченко, Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 208 с.
2. Электролит для получения черного керамического покрытия на вентильных металлах и их сплавах, способ его получения и покрытие,



полученное данным способом: патент 2285066 РФ / А.И. Мамаев, Е.В. Хохряков, П.И. Бутягин. – Оpubл. 10.10.2006.

3. Суминов, И.В. Микродуговое окислирование (теория, технология, оборудование) / И.В. Суминов [и др.]. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

УДК 620

Махмудова Н.Н., Бобоева Н.Н., Ахророва М.Х.

НАҚШИ КАЛИДИИ ЭНЕРГЕТИКА БАРОИ РУШДИ САНОАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

МДТ “Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров”,
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Хучанд, гузаргоҳи Мавлонбеков 1

Инсон аз ибтидои ҳаёти бошууронааш барои фаҳмидани қувваҳои табиат ва истифодаи захираҳои беинтиҳои энергияи он кӯшиш менамояд. Дар замони мо дар соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ истехсолот, саноат, маданият ва ғайра энергияи электрикӣ васеъ истифода мешавад.

Энергияи электрикӣ нисбат ба дигар намудҳои энергия чунин бартариро дорад:

1) Энергияи электрикиро нисбатан ба дигар намуди энергияҳо (механикӣ, ҳароратӣ, рӯшноӣ, химиявӣ) ба осонӣ табдил додан мумкин аст.

2) Ба масофаҳои дилхоҳ ғавран ва сарфақорона интиқол намудан мумкин аст.

3) Идоракунии таҷҳизоти электрикӣ нисбатан сода ва осон мебошад.

Агар назар афканем ба таърихи пайдоиши энергетика, дар нимаи аввали асри XIX кашфиёти қонунҳои асосии ҳодисаҳои электрикӣ ба вуҷуд омада буд. Дар нимаи дууми ҳаминаср, яъне асри XIX мошинаҳои электрикии асосӣ: трансформаторҳо ва ҳаракатдиҳандаҳо ихтироъ шудаанд, ки то ҳол истифода мешаванд. Бевосита дар ин давра аввалин стансияи электрикӣ сохта шуда буд.

Дар собиқ республикаи сотсиалистии Тоҷикистон нахустин НБО-и Варзоби Боло ба ҳисоб меравад, ки он солҳои 1931-1936 сохта шуда буд. Агрегати якумини он моҳи декабри соли 1936 бо иқтидори 3720 кВт ба кор даромада буд. Соли 1956 дар дарёи Сири шаҳри Бӯстон НБО бо номи “Дӯстии Халқҳо” бунёд ёфт, ки иқтидори агрегати он 126 мВт иқтидори энергетикӣ дорад. Сохтмони НБО –и Норак соли 1967 оғоз ёфт ва 16-уми ноябри соли 1972 аввалин агрегати он ба кор сар кард. НБО –и Норак аз 9 – агрегат иборат мебошад, ки иқтидори ҳар яки онҳо 300 ҳазор кВт мебошанд.



Сохтмони бузургтарин НБО-и Осиёи марказӣ, Роғун соли 1976 оғоз ёфта буд, ки иқтидори лоиҳавии он 3600 мВт мебошад. Сохтмони ин иншооти бузурги аср баъд аз таваккуфи зиёд аз нав эҳё шуд ва ҳоло барои анҷоми он кӯшишҳои зиёде шуда истодааст. Тоҷикистон аз ҷиҳати захираҳои гидроэнергетикӣ, яке аз мамлакатҳои соҳибимкон ба ҳисоб меравад. Ҳоло дар мамлакатамон миқдори зиёди НБО-ҳои хурд барои таъмини маҳаллаҳо бо энергияи электрикӣ истехсол намуда истодаанд. Барои ба пуррагӣ талаботи мамлакатро бо энергияи барқ таъмин намудан сохтани якчанд силсилаи нерӯгоҳҳо дар маҷрои дарёи Вахш ба нақша гирифта шудааст.

Чӣ тавре, ки маълум аст дар замони ҳозира соҳаи истехсолоте нест, ки бе истифодаи энергияи электрикӣ ба роҳ монда шуда бошад. Башарият гирифтори вобастагии раднашавандаи барқӣ гардидааст.

Энергетика аҳамияти амалии истехсолию илмӣ дошта, тамоми ҷабҳаҳои ҳаёти башариятро фаро гирифтааст ва дастовардҳои он бешубҳа суръати инкишофи техникаи истехсолотро муайян менамояд.

То замони тараққиёти энергетика ихтирои нерӯи барқ ва истифодаи он дар истехсолот ҳолатҳои табиӣ барқ ба одамон маълум буд.

Асбобҳои ёрирасони барқӣ торафт зиёд шуда истодаанд, ки кори инсонро осон мекунад. Барои бо онҳо кор кардан фақат донишу маҳорат лозим асту бас. Энергетика яке аз соҳаҳои калонгарини хоҷагии халқ буда, бо истехсол, интиқол ва истифода бурдани нерӯи барқ сару кор дорад. Якчанд намуди нерӯгоҳҳои барқӣ мавҷуданд.

ТЭС (маркази барқии истехсоли гармӣ) – на танҳо нерӯи барқ, инчунин буғ ва оби гарм медиҳад.

ДЭС (нерӯгоҳи дизелӣ) аз як ё якчанд генератори муҳаррикаш дизелӣ иборат буда, онро дар ҳар гуна ҷой гузоштан мумкин аст.

ГТЭС (нерӯгоҳи барқи газотрубинӣ) – нерӯгоҳест, ки бо сӯзишвории моеъ кор мекунад.

ГРЭС (нерӯгоҳи барқи давлатии ноҳиявӣ) – барои бо нерӯи барқ таъмин намудани ноҳияи муайян пешбинӣ шудааст.

АЭС (нерӯгоҳи барқи атомӣ) бо энергияи атом кор мекунад.

ГЭС (нерӯгоҳи барқи обӣ) аз ҳисоби оби равон кор мекунад.

Барои мутахассис, муҳандиси соҳаи электроника донишҷӯи қонуниятҳои ҳодисоти электрикию электронӣ истифода ва тадбиқи самараноки онҳо дар равандҳои истехсоли бағоят муҳим аст.

Маҳз автоматонӣ яке аз самтҳои асосии такмил додани истехсолот мебошад. Автоматонии васеъ бо ҷорӣ кардани дастгоҳҳои мухталифи автоматонӣ инсонро дар кори назорати рафти амалҳои ҷудоғонаи технологӣ ва идораи онҳо (дастгоҳҳои нимавтомат, дастгоҳҳои автомат ва ғайра) иваз мекунад, оғоз ёфта буд.



Дар солҳои охир миқдори зиёди дастгоҳҳои ихтироъ шуда ва дар амал ҷорӣ карда шудааст, ки идоракунии онҳо ба таври автоматӣ аз рӯи барномаи муайян ба амал бароварда мешавад.

Дастгоҳҳои дорои идоракунии барномавӣ дар соҳаҳои мухталифи хоҷагии халқ (мошинсозӣ, асбобсозӣ, дӯзандагӣ ва ғ.) ба таври васеъ истифода мешаванд. Онҳо як ё якчанд амали технологиро иҷро карда, ба зудӣ аз як речаӣ кор ба дигараш гузашта метавонанд.

Ба талаботи тезонидани равандҳои истеҳсолот дастгоҳҳои металлбури серамал (бо ном марказҳои коркарда бароянда) ба дараҷаи зиёдтар ҷавоб дода метавонанд. Дастгоҳҳои серамал мошини мураккаби идоракунии барномавиаш рақамдор мебошад. Вай масолеҳро қабул мекунад ва ба речаӣ автоматии пешакӣ аз тарафи оператор муайяншуда коркарди тамоми сатҳи ҷузъро хеле дақиқ анҷом медиҳад. Дар сохти чунин мошинҳо ивазкунии автоматии ҷузъҳо, асбоб, назорати автоматии сатҳи коркардшаванда ва дигар амалҳо пешбинӣ шудаанд. Дастгоҳи серамал якчанд дастгоҳҳои металлбурро иваз мекунад ва дар натиҷа ҳосилнокии меҳнатро 3-8 маротиба афзун менамояд.

Техникаи электронии ҳисоб ба тамоми соҳаҳои истеҳсолоти моддӣ ғайраро ноил шуда, боиси азнавсозии кулли технология, баланд шудани ҳосилнокӣ ва беҳтар шудани шароити меҳнати одамон мегардад.

Самтҳои асосии истифодаи техникаи электронии ҳисоб дар истеҳсолот иҷрои корҳои ҳисобкунӣ, нигоҳ доштан ва коркарди ахбор, автоматикӣ истеҳсолот мебошад. Ҳар истеҳсолот бо иҷрои ҳисобу китоби меҳнатталаб, баъзан хеле мураккаб, масалан, самаранокии ҷорӣ кардани техникаи нав, тартиби хеле оқилонаи таъмини масолеҳ ва ҳамлу нақли маҳсулоти тайёр ва ғ.алоқаманд аст. Вобаста ба ҳаҷм ва мураккабии корҳои ҳисобу китоб дар истеҳсолот техникаи электронии ҳисоби гуногунро истифода мебаранд: супер МЭҲ, ки зудамалии онҳо якчанд миллиард амалро дар як сония ташкил медиҳад, компютерҳои инфиродӣ ва микро МЭҲ. Техникаи электронии ҳисобро ҳамчун маҳзани дониш истифода бурда мешавад.

Илова бар ин чунин маҳзан, ки аз он дар ҳар лаҳза оид ба масъалаи диққатҷалбкунанда ҷавоб гирифтани мумкин аст. Ба “хотира”-и компютерҳои ҳозира маълумотҳои ниҳоят мухталифро ҷой медиҳанд: дар бораи тадқиқотҳои асосӣ, ҳалли нави конструкторӣ, ҳосияти масолеҳ, речаӣ равандҳои мухталифи технологӣ ва ғайра. Ин имкон медиҳад, ки системаҳои автоматонидаи ахбори маълумотдихӣ (АИС) барпо карда шаванд.

Аз солҳои 60-ум сар карда дар саноат ба истифодаи системаҳои ҳисобу китоби ахборотӣ шурӯъ карданд, ки шартан маълумот меноманд. Онҳо конструкторон, технологҳо, олимонро бо ахбори комплексие, ки барои ҳалли як қатор вазифаҳои истеҳсолӣ ва илми заруранд, таъмин мекунанд. Мақсади барпо



кардани чунин воситаҳо бо ахбор таъмин кардани коркарди конструкторӣ ва технологӣ дар соҳаҳои мухталифи саноат мебошад. Таҷрибаи истифодаи системаҳои автоматонидаи ахбору маълумотдиҳӣ (АИС) дар самолётсозӣ, электроника, автомобилсозӣ дар бораи хеле кам шудани хароҷот ба тайёрии илмию техникаи истеҳсолот, кӯтоҳ шудани мӯҳлати ҳуди коркард шаҳодат медиҳад.

Шумо медонед, ки пеш аз истеҳсоли ҳар маснуот лоиҳаи он кашида мешавад: додани супориши техникӣ, коркарди нақшаҳо, ҳисобу китоби тамоми гиреҳҳо, сохтани модел ё намуди озмоишӣ, санҷиши он ва ғайраҳо. Лоиҳакашӣ қисми аз ҳама меҳнатталаби ба вучуд овардани маҳсулоти нав аст. Баъзан мураккабии коркарди лоиҳа чунон зиёд аст ва мӯҳлати тайёр кардани он чунон тӯл мекашад, ки маснуоти нав то ибтидои истеҳсолот кӯҳна мешавад. Ҳамаи ин тадбиқи техникаи электронии ҳисоббарориро дар ин соҳа ба мақсад мувофиқ гардонд. Имконияти МЭҶ барои якҷоя кардани функцияи ҳисобу китоб ва ахбороти асосӣ барпо кардани системаҳои лоиҳакашии автоматонида (САПР) гардиданд: МЭҶ ҳисобу китоби пешакиро иҷро мекунад, вариантҳои конструксияро таҳлил карда, бо маснуоти монандӣ муқоиса мекунад ва ғайраҳо.

Дар комплекс бо МЭҶ автоматҳои зудҷопкунанда ва нақшакаширо истифода мебаранд, ки ба ҳосил кардани нақшаҳои кории чузъҳо, нақшаҳои насбкунӣ ва ғайра имконият медиҳанд. Бо ёрии системаҳои лоиҳакашии автоматонида мӯҳлати иҷрои корҳои лоиҳакашӣ кӯтоҳ карда мешаванд. Масалан, агар чанд сол пештар барои тартиб додани нақшаҳои конструксияҳои нави оҳану бетонӣ якчанд соат лозим буд ва иҷро карда мешуд.

Аз гуфтаҳои дар боло хулоса намудан мумкин аст, ки рушди соҳаи энергетика баҳри пешравии иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон замина гузошта барои афзалиятнокии истеҳсолот дар кишвар равона карда шудааст.

Адабиётҳои истифодашуда

1.Абдуллаева Ф.С., Баканин Г.В. Гидроэнергоресурсы Таджикской ССР-Л, 1965г.

2.Гаев Г.П., Герасимов В.Г., Князьков О.М. Электротехника и электроника. Учебник для вузов. В 3-х кн. Книга 3. Электрические измерения и основы электроники. – М.: Высшая школа, 1998. – 245 с.

3.Нурмахмадов ДЖ.Н. Гидроэнергетика Таджикистана. Ресурсы и планы. - Душанбе: Эджот-2005г.

4.Фельдман Б.Н., Стока П.П., Алфимова О.Д., Основные сооружения ГАЭС:ОАО Мособлгидропроект, 2007г.



УДК 621.314.212

Прокопьев М.И., Муратаева Г.А.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ: МОДЕРНИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ СХЕМ ПОЛЕЗНОГО ОТВОДА ТЕПЛА

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Тел.: (843) 519-42-20; E-mail: kgeu@kgeu.ru

Аннотация: В данной работе, базирующейся на анализе научной литературы, посвященной модернизации силовых трансформаторов, описывается и представляется система охлаждения последних с использованием полезного отвода тепла.

Ключевые слова: энергетика, силовое оборудование, масляный трансформатор, система охлаждения, модернизация.

Силовые масляные трансформаторы являются ключевыми объектами, среди существующих в энергетической отрасли электротехнических установок. Их надежность, бесперебойность и безопасность в процессе эксплуатации играют важную роль в обеспечении процессов качественного электроснабжения потребителей [1, 2]. Сегодня многие энергопредприятия в целях повышения технико-экономических показателей стремятся продлить срок службы эксплуатируемых трансформаторов, в связи с чем поднимается проблема важности их модернизации [3]. Так, исследователями предлагается совершенствование систем охлаждения данного типа силового оборудования с возможностью последующего применения отведенного тепла [4]. Рассмотрению одного примера такого рода модернизации посвящается настоящая работа, актуальность написания которой обусловлена незначительным количеством публикаций на русском языке на соответствующую тему.

Ученые отмечают, что разработка систем охлаждения трансформаторов с возможностью отведения тепла может увеличить показатели мощности каждого отдельного трансформатора и коэффициент полезного действия подстанций, а также снизить стоимость отопления и водоснабжения ряда потребителей. Для достижения этих целей предлагается применять источники холодной воды совместно с тепловыми насосами [5]. Более детальная схема такой системы приведена на рисунке 1.

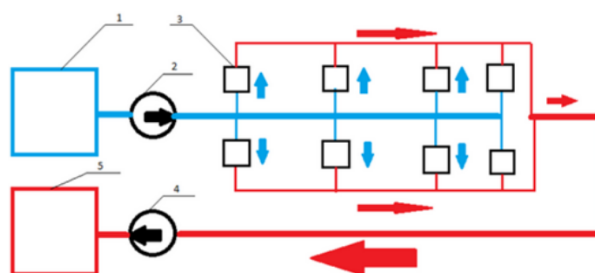


Рис. 1. Схема трубопроводного снабжения с силовыми трансформаторами (1 – источник холодной воды; 2, 4 – насосы; 3 – трансформаторы; 5 – потребитель) [5]

После того, как используемая вода будет нагрета в системе теплообменника, вторичные трубопроводы соединяются в единый основной трубопровод, который может быть подсоединен как к системе, предназначенной для отопления подстанции, так и к теплоцентральным системам. Поскольку теплоноситель может быть применен как для нужд отопления, так и для нужд горячего водоснабжения, подходящий к потребителям трубопровод важно снова разделить на составные части. Однако здесь следует иметь в виду, что отопительный контур не позволит вернуть в систему охлаждения трансформаторов теплоноситель требуемой температуры, так как его показатели будут превышать двадцать пять градусов Цельсия. Данный недостаток может быть устранен с помощью установки вентиляторных градирен. Источниками же холодной воды могут выступать как естественные реки, так и специальные бассейны. Главное требование к последним – важность соответствия необходимым температурным показателям на протяжении всего года.

Осуществлять отбор тепла в летнее время возможно с помощью теплообменника по схеме, представленной на рисунке 2, а в холодное время года необходимо применение тепловых насосов, устанавливаемых с помощью добавления третьего контура по схеме, описанной в работе [5].

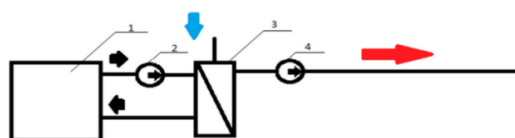


Рис. 2. Схема отбора тепла летом (1 – трансформатор; 2 – масляный насос; 3 – теплообменник «масло-вода»; 4 – водяной насос) [5]

По мнению исследователей, представленная система охлаждения трансформаторов с возможностью полезного отвода тепла позволяет



обеспечивать централизованное отопительное снабжение как самих подстанций, так и иных близкорасположенных потребителей, а более детальное изучение вопросов такого рода модернизации систем силового оборудования может стать драйвером роста энергетической и технико-экономической эффективности работы отечественных энергопредприятий.

Источники

1. Костинский С.С. Обзор состояния отрасли трансформаторного производства и тенденций развития конструкции силовых трансформаторов // ИЗВУЗ. Проблемы энергетики. 2018. № 1-2. С. 14–32.
2. Ревек Д.М., Лопухова Т.В., Ислентьев И.С. О создании диагностической модели силового трансформатора // ИЗВУЗ. Проблемы энергетики. 2015. № 7-8. С. 18–25.
3. Куракина О.Е., Вахитова А.В. Модернизация трансформаторов // XI Международная научно-практическая конференция. Москва, 2022. С. 145-146.
4. Байшев А.В., Торопов А.С. Оценка возможности использования сбросного тепла силовых трансформаторов // Вестник ХГУ им. НФ Катанова. 2018. № 24. С. 5–7.
5. Сигель А.С., М.В. Попова. Модернизация систем охлаждения силовых трансформаторов крупных подстанций и использование вторичного тепла для теплоснабжения // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Междунар. науч. конф. Казань, 2021. С. 305–309.

УДК 621.311.338

Рахимов О.С., Тошходжаева М.И., Комилова М.Ё.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА РАВНИННОЙ МЕСТНОСТИ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими,
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел.: 92-928-45-59, E-mail: shukrona14_01_2011@mail.ru

Рассмотрены проблемы внедрения малых источников энергии с учётом климатических особенностей региона, приведена подробная характеристика равнинной местности в том числе сельской местности, промышленной зоны и города для оптимального размещения малых источников энергии.



Ключевые слова: малые источники энергии, электрические сети, потребитель электроэнергии

В последнее время в электроэнергетической отрасли Республики Таджикистан наблюдается развитие с изменением состава электрооборудования электрической нагрузки с повышенным требованием к качеству электроэнергии и надежности системы электроснабжения [1].

В настоящий момент рост электрической нагрузки в Согдийской области опережает развитие электроэнергетической системы, что приводит к росту потерь электроэнергии в питающих и распределительных сетях, увеличению отклонения напряжения на шинах понижающих трансформаторов, что приводит к увеличению стоимости и снижению эффективности электросетевого комплекса. Выше указанная ситуация характерна для электроэнергетических сетей Согдийской области, где потери электроэнергии достигли до 18 % [2,3,4]

Строительство и размещение в распределительных сетях непосредственно вблизи потребителя электроэнергии источники малой генерации и компенсирующих устройств, способствуют снижению потерь электроэнергии в сети и поддержать уровень напряжения в пределах заданных параметров. Внедрение источников малой генерации на основе возобновляемых источников энергии приемлема с климатической точки зрения, т.к. природные условия региона вполне подходят [5,6].

Положительный эффект от установки распределенной генерации и компенсирующих устройств в распределительных сетях зависит от правильности выбора мест их размещения и мощности отдельных установок [7].

Для правильного выбора месторасположения источников малой генерации и компенсирующих устройств на территории Согдийской Области предлагается всю территорию области на равнинную и горную местность, которые имеют свои характерные особенности (рисунки 1, 2)



Рисунок 1.-Характерные особенности равнинной местности

Равнинную местность целесообразно разделить на промышленную зону, сельскую местность и город.

Для промышленной зоны характерны следующие особенности:

- равномерность суточных графиков электрических нагрузок;
- сосредоточенный характер нагрузки;
- преобладает индуктивная составляющей мощности;

Для равнинной местности промышленной зоны оптимальным источником распределенной генерации является солнечные панели, ветрогенераторы и компенсирующие устройства для компенсации реактивной мощности.

Для сельской местности характерны следующие особенности:

- сезонность максимума нагрузки;
- характер нагрузки распределенной;
- преобладает ёмкостная составляющая мощности;
- перегруз распределительной сети в зимний период.

Для сельской местности целесообразно использовать электрические станции на основе биомассы, ветроэлектростанции и солнечные панели. Для компенсации реактивной мощности индуктивного характера рекомендуется применить токоограничивающие реакторы на подстанциях.

Отличительной особенностью системы электроснабжения от вышеприведенных является то что, наблюдается неравномерность графиков



электрических нагрузок и относительная однородность параметров линий электропередач. Для города в качестве источников распределенной генерации рекомендуется внедрить солнечные электростанции в сочетании с ветроустановками.

Из вышеизложенного следует, что задача оптимального выбора малых источников энергии является многокритериальной и требует особого подхода, с учетом климатических, эксплуатационных и других факторов.

Литература:

1. Toshkhodzhaeva, M., Gracheva, E., Rahimov, O., Dadabaev, S. Problems of Electric Power System Management taking into account Sources Distributed Generation/ E3S Web of Conferences, 2020, 220, 01034
2. Куликов А. Л., Осокин В. Л., Папков Б. В. Проблемы и особенности распределённой электроэнергетики //Вестник НГИЭИ. – 2018. – №. 11 (90) – С.123–136.
3. Рахимов О. С., Тошходжаева М. И. Распределенная генерация на основе возобновляемых источников энергии и перспективы их применения //Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике. – 2020. – С. 345-348.
4. Таджикистан. Ситуационный анализ социально-экономического развития Республики Таджикистан в условиях изменения климата [Электронный ресурс] – режим доступа: https://carececo.org/upload/02/rus_CSA%20Tajikistan.pdf.
5. Авезова, Повышение надежности энергосистемы региона в контексте реконструкции ВЛЭП-110 кВ: технико-экономическое обоснование/ О.С. Рахимов, М.И. Тошходжаева// Вестник Казанского Государственного Университета.-2020.-№4 (том 14) –С.62-73
6. Лаврик, А.Ю. Особенности выбора оптимального состава ветро-солнечной электростанции с дизельными генераторами/ А. Ю. Лаврик, Ю. Л. Жуковский, А. Ю. Лаврик, А. Д. Булдыско//Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. – 2020. – №. 1 (22) –С.10–17.
7. Naik S., Khatod D., Sharma M. Optimal allocation of combined DG and capacitor for real power loss minimization in distribution networks/ Elsevier Ltd. Int. J. Electr. Power Energy Syst. 2013. Vol. (53). pp. 967-973.



УДК 004.658.2, 621.3.048.82

Рахманкулов Ш.Ф., Гарифуллин М.Ш., Галиев И.Ф.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ С ИНТЕГРАЦИЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан,
420066 г.Казань ул.Красносельская, 51, 562-43-25, kgeu@kgeu.ru.

В работе проведен сравнительный анализ баз данных, с точки зрения удобства и эффективности для построения интегрированной экспертной системы диагностики. Показано, что рядом преимуществ обладает архитектура на основе языка структурированных запросов, как с точки зрения программной эффективности, так и с позиции администрирования и ведения.

Ключевые слова: диагностика, on-line мониторинг, базы данных, потоки данных, архитектура программного обеспечения.

В современной энергетической отрасли значительная доля силового электрооборудования выработала заложенный ресурс. Например, средний возраст наиболее дорогого оборудования подстанций – силовых трансформаторов – во всём мире превышает 30 лет [1]. В этих условиях предиктивная диагностика является, практически, единственным способом продления ресурса такого электрооборудования.

При создании ИСЭД (интегрированной экспертной системы диагностики) оборудования схемы распределительной сети на основе технологии искусственного интеллекта (ИИ). Комплексы и модули ИЭСД взаимодействуют с подсистемой ретроспективной, периодически дополняемой и обновляемой офлайн информацией (базой данных), поэтому необходимо проанализировать специфику задачи и спроектировать желаемую базу данных и выбрать из существующих ПО для ее реализации базируясь на ключевых метриках для нашего проекта (Реализуемость интеграции с ИИ, онлайн-данными и возможностью масштабирования и расширения проекта на различные программные комплексы, комплексность администрирования и настройки). В своей основе СУБД представлены на сегодняшний день как SQL (Реляционная база данных) и NoSQL (Нереляционная база данных) см. рисунок 1.

Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки и выбора зависит от конкретного реализуемого продукта или способа применения и интеграции в



архитектуру создаваемого ПО для взаимодействия с низкоуровневым API [2]. Поскольку стека технологий на данный момент нет, будем отталкиваться от специфики наших данных. В основном наши данные это ретроспективные показатели диагностики того или иного электрооборудования (данные о различных анализах, проведенных в определенное время), т. е. в некотором роде это временные ряды (time series). Так, например ток или напряжение в определенный момент времени должны будут сигнализировать о смене режима, что в свою очередь должно будет скорректировать показания одного из анализов, например онлайн-хроматографа. Т. е. для реализации прогноза или так называемой регрессионной, предиктивной функции необходима возможность реляции в точках хронологии тех или иных показателей в рамках ИСЭД [3].

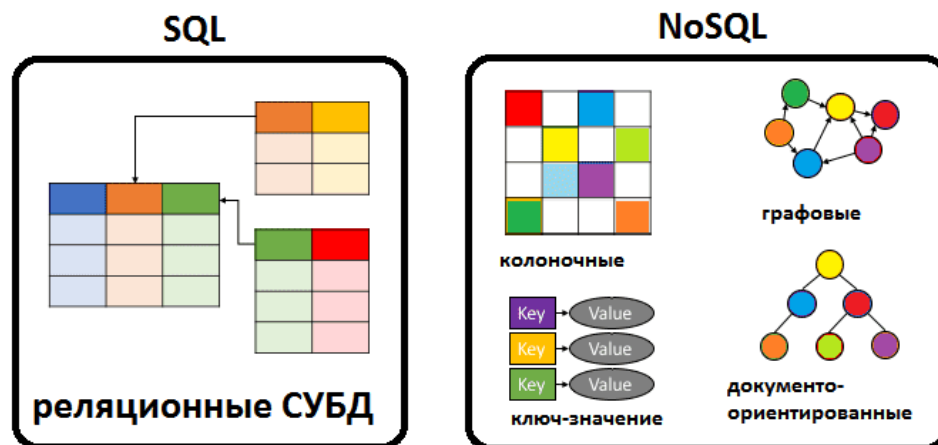


Рис.1 Схематическое представление в различии архитектур БД.

Сравним возможности NoSQL и SQL в этом аспекте. В SQL предусмотрено такое понятие как PRIMARY KEY (первичный ключ), это параметр, который устанавливается для однозначной идентификации той или иной записи в таблице. Значения SQL PRIMARY KEY должны быть всегда уникальны. Такой показатель как время в таблице всегда будет уникален, т. е. настроить реляцию в SQL будет совсем просто, т. к. предоставлены уже встроенные инструменты. NoSQL архитектура в свою очередь не дает такой возможности как встроенный инструмент, но провести зато предоставляет большую гибкость в потенциальном расширении системы и распределении на типы данных времени, к примеру одни данные имеют возможность иметь полный ключ длиной в дату, а другие могут иметь посекундный параметр, но быть привязаны графом к предыдущему значению временного промежутка, что даст большой выигрыш во времени исполнения запроса или его реализации [4].



Интеграция с онлайн-данными следующая метрика для архитектуры ИСЭД. Это подразумевает построение связи с ПО для построения потоков данных и их стриминга в нашу БД. Обе архитектуры поддерживают поступление онлайн-данных, и в то время, как SQL более оптимизирован, т. к. более распространенная архитектура для телемеханики, посредством которой приходят все измерения, то NoSQL не дает такую кроссплатформенную стандартизацию. И для расширения и запуска веб-сервисов создаваемого ИСЭД SQL является более оптимальным решением [5].

Следующим параметром для выбора архитектуры БД является масштабирование и возможность интеграции в готовые ПТК (программно-технические комплексы) заказчика, т. е. какое из решений легче поставить на готовые решения или интегрировать и расширить по мере роста проекта. SQL является менее гибким, в плане расширения, т.к. не поддерживает многопоточные системы распределения нагрузки, и соответственно в определённый момент он будет иметь серьезные требования по железу, что может сильно сужать возможности проекта, в то время как NoSQL не имеет таких проблем, но его отсутствие стандартизации протоколов сообщения и малая распространённость будут серьезным препятствием для интеграции программного модуля в существующие ПТК потенциального заказчика [6].

И последняя метрика для нашего сравнения является доступность и возможность нативного администрирования базы данных. В этом плане существенное преимущество определено за SQL, т. к. Structured Query Language является общеизвестным и по данному языку программирования, существует огромное количество документации и примеров, в то время как NoSQL имеет различные языки, например Flux lang, можно сравнить его нагроможденность по-простому запрос в двух вариантах, представлено на рисунке 2.

<pre>1 SELECT Type FROM Places 2 WHERE Type IN('Type1', 'Type 2') 3 ORDER BY Type;</pre>	<pre>1 db.Places.find({ 2 "Type": { 3 "\$in": ["Type1", "Type 2"] 4 }, { 5 "Type": 1 6 } 7 }).sort({ 8 "Type": 1 9 });</pre>
--	--

Рис.2 Сопоставление идентичных запросов на SQL и NoSQL

Поскольку даже такой элементарный запрос требует определенного синтаксического мастерства, можно утверждать, что в плане удобства администрирования, аналитики, составления выборок SQL будет намного более



рациональным решением, что скажется на скорости работы с системой и ее настройки в целом [7].

Таким образом, по совокупности признаков можно с уверенностью сказать, что несмотря на то, что SQL уступает в быстродействии и возможности масштабирования, по эргономике работы, настройках и стандартизации протоколов сообщения он намного превосходит своего конкурента. Следует при этом заметить, что реализуемый нами проект в будущем будет подвержен расширению, поэтому возможно, что возможно при настройке потоков данных для оптимизации системы нами будет расширяться собственный набор инструментов для разработки.

На данном этапе проектирования была выбрана архитектура SQL с применением первичного ключа в виде даты и времени произведения измерения или снятия показаний АСКУЭ.

Источники

1. Fofana I., Hadjadj Y. Power Transformer Diagnostics, Monitoring and Design Features. *Energies*. 2018; 11(12):3248. <https://doi.org/10.3390/en11123248>.
2. X. Kong, Y. Shi, S. Yu, J. Liu, and F. Xia, “Academic social networks: Modeling, analysis, mining and applications,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 132, pp. 86–103, 2019
3. L. Wiese, T. Waage, and M. Brenner, “CloudDBGuard: A framework for encrypted data storage in NoSQL wide column stores,” *Data Knowl. Eng.*, p. 101732, 2019.
4. R. Chopade and V. K. Pachghare, “Ten years of critical review on Database forensics research,” *Digit. Investig.*, 2019.
5. C. Băzăr and C. S. Iosif, “The transition from rdbms to nosql. a comparative analysis of three popular non-relational solutions: Cassandra, mongodb and couchbase,” *Database Syst. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 49–59, 2014.
6. K. Petersen, S. Vakkalanka, and L. Kuzniarz, “Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 64, pp. 1– 18, 2015.
7. M. Rodrigues, M. Y. Santos, and J. Bernardino, “Big data processing tools: an experimental performance evaluation,” *Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov.*, vol. 9, no. 2, p. e1297, 2019



УДК 621.316.1

Решетников В.А.

АНАЛИЗ ГРУППОВОЙ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»,
445020, Российская федерация, обл. Самарская, г. Тольятти,
ул. Белорусская, 14, eie@tltsu.ru, 44-92-82

Введение. Асинхронные электрические двигатели (АД) есть во всех сферах жизни человека как в быту (холодильник, стиральные машины и т.д.), так и на промышленных предприятиях (насосы, вентиляторы и т.д.). Обычная величина коэффициента мощности АД составляет $(0,6 \div 0,7)$. Если основной нагрузкой электрической сети промышленного предприятия являются АД, то при отсутствии средств компенсации реактивной мощности и общий коэффициент мощности предприятия в целом, как правило, близок к значению 0,7. Тогда при питании предприятия от трансформаторной подстанции с номинальной мощностью трансформаторов, например, 400 МВА максимальная активная мощность, которую могут получать потребители составит только 280 кВт. Увеличение коэффициента мощности до 0,95 позволит получить дополнительно 100 кВт активной мощности для питания потребителей предприятия при той же номинальной мощности трансформаторов.

Для компенсации реактивной мощности используют следующее оборудование: шунтирующие реакторы, фильтрокомпенсирующие устройства, синхронные генераторы, статические тиристорные компенсаторы, но чаще всего используются конденсаторные батареи и выполненные на их основе конденсаторные установки (КУ). При большом количестве нагрузок (асинхронных двигателей) возможны различные варианты включения КУ и актуальной становится задача выбора оптимального варианта. В данной работе в качестве критерия оптимизации при выборе схемы включения КУ рассматривается снижение потерь электрической энергии.

Основные схемы включения КУ. На рис. 1 представлены схемы включения КУ, обеспечивающую групповую и централизованную компенсацию реактивной мощности АД.

Схема групповой компенсации (рис.1,а) применяется для компенсации сразу нескольких электроприемников, которые находятся в непосредственной близости между собой и отдалены от источника питания. Использование обычных КУ в данном случае недостаточно из-за попеременного подключения



двигателей или при переменной нагрузке двигателей, т.к. возможна перекомпенсация АД. Использование значительно более сложных, управляемых компенсаторов реактивной мощности (УКРМ) позволит справиться с этой проблемой. В данной способе подключения разгружаются кабельные линии, которые ведут к распределительным пунктам и силовые трансформаторы.

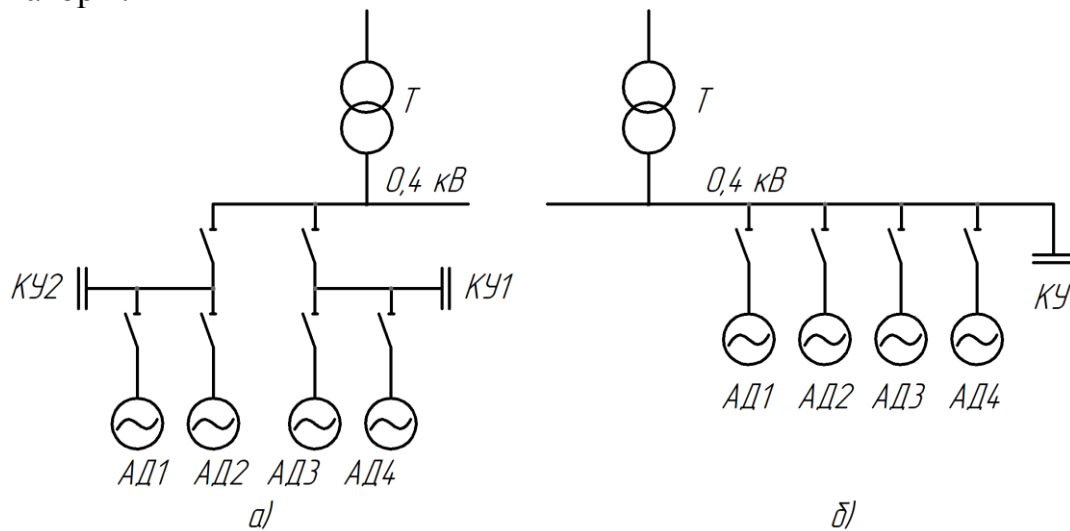


Рис. 1 Схемы групповой (а) и централизованной (б) компенсации реактивной мощности

Централизованной компенсации (рис.1,б) применяется для компенсации изменчивой в течение дня нагрузки и подключается к распределительным пунктам или шинам 0,4 кВ. Но в данном случае разгружается только трансформатор.

Методика анализа эффективности групповой и централизованной компенсации реактивной мощности. Исходными данными являются активная мощность (P) и коэффициент мощности ($\cos \varphi$) АД, а также требуемое значение коэффициента мощности $\cos \varphi_{\text{тр}}$ после компенсации реактивной мощности. Сравнительный анализ по критерию экономии электроэнергии проводится в следующей последовательности.

1. Рассчитываются необходимая реактивная мощность КУ Q_c :

$$Q_c = P \cdot K, \quad (1)$$

где P – активная мощность АД; K – постоянный множитель из таблицы [2].

2. Рассчитываются потери активной мощности в КЛ $\Delta P_{\text{кл}}$:

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{ном}}^2 \cdot r_{\text{уд}} \cdot l = \frac{P_{\text{ном}}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot r_{\text{уд}} \cdot l_{\text{кл}}, \quad (2)$$



где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток линии, $r_{\text{уд}}$ – активное сопротивление линии, $l_{\text{кл}}$ – длина линии КЛ, $P_{\text{ном}}$ – номинальная активная мощность электродвигателя, $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети.

3. Рассчитываются потери активной мощности в силовом трансформаторе ΔP_{T} :

$$\Delta P_{\text{T}} = P_{\text{кз}} \cdot K_3^2 + P_{\text{хх}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{кз}}$ – потери активной мощности в трансформаторе при проведении опыта короткого замыкания, K_3 – коэффициент загрузки трансформатора, который находится по формуле 4, $P_{\text{хх}}$ – в потери активной мощности в трансформаторе при проведении опыта холостого хода.

4. Рассчитывается коэффициент загрузки силового трансформатора K_3 :

$$K_3 = \frac{S_{\text{загр}}}{S_{\text{ном}}} = \frac{\sqrt{(\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I \cdot \cos \varphi)^2 + (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I \cdot \sin \varphi)^2}}{S_{\text{ном}}}, \quad (4)$$

$$I = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi}, \quad (5)$$

где $S_{\text{загр}}$ – нагрузка силового трансформатора, $S_{\text{ном}}$ – номинальная полная мощность трансформатора, I – номинальный рабочий ток при определенном $\cos \varphi$.

5. Рассчитываются полученные в результате компенсации реактивной мощности экономия электроэнергии $\Delta W_{\text{э.э}}$:

$$\Delta W_{\text{э.э}} = (\Delta P_{\text{кл.до}} + \Delta P_{\text{т.до}}) - (\Delta P_{\text{кл.после}} + \Delta P_{\text{т.после}}), \quad (6)$$

и экономия денежных средств

$$\Delta W_{\text{э.р}} = \Delta W_{\text{э.э}} \cdot N, \quad (7)$$

где N – стоимость потерь электроэнергии 1 кВт·ч[4].

Пример расчета. В качестве примера исследуется трехфазный асинхронный электродвигатель 5АИ280S6 мощностью 75 кВт, с коэффициентом мощности 0,86, работающий с неизменной нагрузкой в течении дня. При групповой компенсации большее значение имеет расстояние, на котором электродвигатель, подключенный через распределительный пункт, находится от источника питания. Сравним повышение коэффициента мощности четырех АД(два АД находятся в одной стороне, остальные АД находятся в другой стороне) типа 5АИ280S6 при отдаленности от источника питания на 100м.

В приказе Министерства энергетики РФ от 23 июня 2015 г. N 380 установлено требование к максимальному значению коэффициента реактивной



мощности $\operatorname{tg} \varphi = 0,35$ или $\cos \varphi = 0,944$ для сетей ниже 1 кВ[1]. С учетом данного требования в таблице 1 представлены результаты расчета мощности УКРМ для рассматриваемых вариантов с использованием выражения (1).

Таблица 1. Требуемая реактивная мощность УКРМ

Вид компенсации	Требуемая реактивная мощность при различных значениях коэффициента мощности, квар					
	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,0
Групповая	39,6	45,15	51,45	58,5	67,5	88,95
Централизованная	79,2	90,3	102,9	117	135	177,9

Расчет с помощью выражений (2)÷(7) экономии электроэнергии и денежных средств до и после групповой компенсации для случая питания АД от силового трансформатора ТМГ-400/6/0,4 с параметрами: $P_{КЗ} = 5,9$ кВт и $P_{ХХ} = 0,78$ кВт через кабель ВВГ 4x120 с активным сопротивлением $r_{уд} = 0,154$ Ом/км и протяженностью линии $l_{кл} = 0,1$ км при условии непрерывной работы на протяжении всего дня целый год позволяет получить следующий результат: $\Delta P_{КЛ.до} = 6,49$ кВт; $\Delta P_{КЛ.после} = 5,32$ кВт; $\Delta P_{Т.до} = 5,26$ кВт; $K_{3,0,86} = 0,87$; $I_{0,86} = 265$ А; $\Delta P_{Т.после} = 4,45$ кВт; $K_{3,0,95} = 0,79$; $I_{0,95} = 239,9$ А; $\Delta W_{3,3} = 17,39$ МВт·год; $\Delta W_{3,р} = 62,25$ т.р.

Результаты расчета окупаемости УКРМ производства НПО ПРОММАШЭЛЕКТРО (35,83 т.р. [3]), за 1,2,5,10 год для групповой и централизованной компенсации представлены в таблице 2 и 3 соответственно.

Таблица 2. Прибыль при групповой компенсации

$\cos \varphi$	Стоимость УКРМ	Прибыль на определенный год использования УКРМ, т.р			
		1	2	5	10
0,95	71,66	-9,41	52,84	239,59	550,84
0,96	71,88	-3,94	63,99	267,80	607,47
0,97	75,06	-1,29	72,47	293,78	662,61
0,98	85,46	-6,41	72,64	309,80	705,06
0,99	89,9	-5,44	79,01	332,38	754,65
1,00	108,78	-19,19	70,40	339,18	787,14

Таблица 3. Прибыль при централизованной компенсации

$\cos \varphi$	Стоимость УКРМ	Прибыль на определенный год использования УКРМ, т.р			
		1	2	5	10
0,95	52,17	-26,65	-1,13	75,43	203,03
0,96	54,39	-26,64	1,11	84,35	223,09
0,97	59,94	-29,71	0,52	91,21	242,37



$\cos \varphi$	Стоимость УКРМ	Прибыль на определенный год использования УКРМ, т.р			
		1	2	5	10
0,98	61,43	-29,16	3,10	99,91	261,24
0,99	66,93	-32,41	2,11	105,67	278,28
1,00	93,88	-57,28	-20,68	89,13	272,14

Заключение. При групповой компенсации использование УКРМ окупается в зависимости от длины кабельной линии от источника до приемника. При длине 100 метров УКРМ окупается через 2 года эксплуатации, причем через десять лет прибыль от эксплуатации УКРМ достигнет 787,14 т.р., при централизованной компенсации УКРМ окупается через 2-3 года эксплуатации, а прибыль через десять лет составит только 272,14 т.р. Следует добавить, что экономия при групповой компенсации зависит от протяженности кабельной линии: чем больше длина между шиной 0,4 кВ и распределительным пунктом, который устанавливается рядом с АД, тем больше экономия.

Литература

- 1. Официальный интернет-портал правовой информации:** [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201507270034?index=0&rangeSize=1> Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 23.06.2015 № 380 "О Порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии" (Зарегистрирован 22.07.2015 № 38151).
- 2. ENARGYS:** [Электронный ресурс]. URL: <http://enargys.ru/ukrm-ustanovka-kompensatsii-reaktivnoy-moshhnosti/#prettyPhoto> УКРМ – установка компенсации реактивной мощности // ENARGYS.
- 3. НПО ПРОММАШЭЛЕКТРО:** [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prom-elec.ru/catalog/k-8066156-ukrm> Конденсаторные установки УКРМ.
- 4. ТЭС ТОЛЬЯТТИ ЭНЕРГОСБЫТ:** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tltes.ru/index.php/yuridicheskim-litsam/tarify> Действующие тарифы на электрическую энергию (мощность).



УДК 621.314

Рябков М.В., Погуляев М.Н.

ВЛИЯНИЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ НА ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫХОДНОГО ТОКА

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь, г. Гомель, Пр-т Октября, 48, 246029, телефон: (+375 232) 22-46-36, факс: (+375 232) 26-02-87

Для поддержания резервных генераторных установок в рабочем состоянии необходимо периодически их испытывать под нагрузкой. Во время этих испытаний производится проверка работоспособности и соответствия основных технических характеристик паспортным значениям. В последнее время для проведения испытаний все чаще обращают внимание на устройства нагружения (УН), выполненные на основе статических полупроводниковых преобразователях, в которых управляемый выпрямитель (УВ) и ведомый сетью инвертор выполнены на тиристорах [1-3]. Главный недостаток таких устройств заключается в том, что форма выходного тока практически прямоугольной формы, т. е. эти устройства являются источниками высших гармоник. Наличие высших гармоник приводит к искажению питающего синусоидального напряжения, появляются дополнительные потери мощности в стали трансформаторов и электрических машин. Коэффициент гармоник для маломощных сетей при этом может превысить допустимое значение в 8 %, нормированное ГОСТ 30824.4.30-2013 и ГОСТ 32144-2013 для сетей 0,38 кВ.

Чтобы уменьшить коэффициент гармоник и влияние высших гармоник на сеть, предложено вместо тиристорного использовать транзисторный инвертор (ТИ) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ-модуляцией) и согласующий трансформатор Т (рис. 1).

Цель данной работы провести анализ гармонических составляющих выходных напряжений и токов при использовании в устройстве нагружения резервных электрогенераторов (РЭГ) инвертора с ШИМ-модуляцией.

Для проведения такого анализа была разработана имитационная модель УН с широтно-импульсной регулированием выходных параметров в программе MatLab с пакетами расширения SimPowerSystems и Simulink. Ввиду ограниченного объема имитационная модель здесь не приводится.

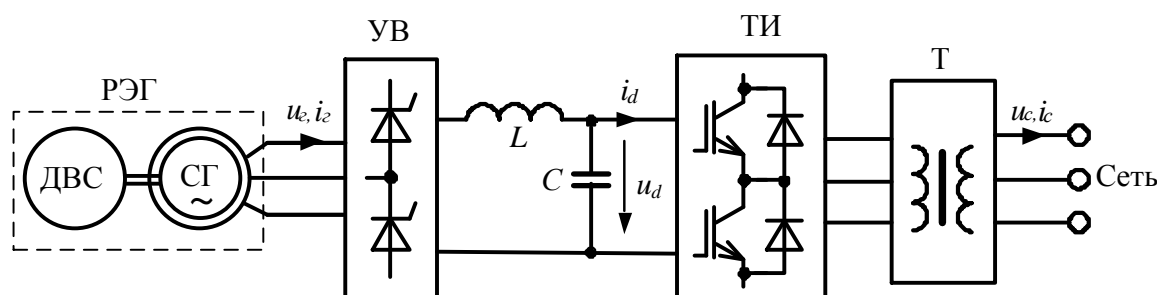


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства нагружения с транзисторным инвертором

В процессе имитационного моделирования нагружения синхронного генератора мощностью 8,1 кВА для различных значений углов управления УВ и коэффициентов модуляции ШИМ-инвертора были получены и проанализированы временные диаграммы выходных напряжений и токов, проведен их спектральный анализ и рассчитаны значения коэффициентов несинусоидальности. На рисунке 2 представлены временные диаграммы выходного тока и их спектральный состав, полученные при номинальных значениях коэффициента мощности и тока нагрузки генератора для устройств нагружения с инвертором на тиристорах (рис.2а) и на транзисторах(рис.2б).

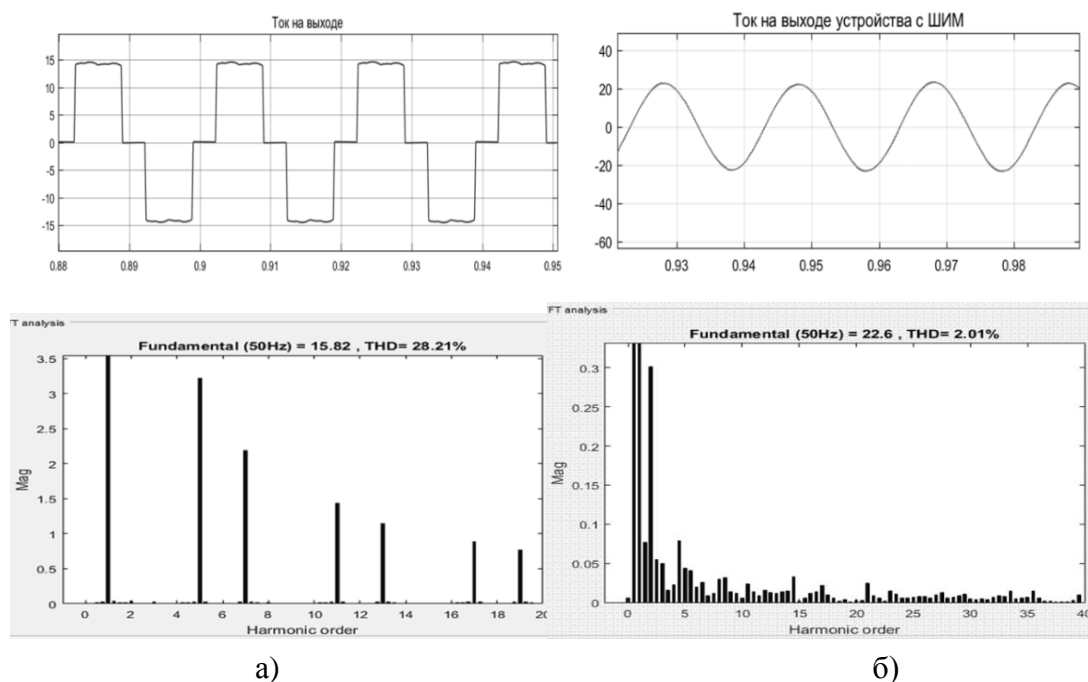


Рисунок 2 – Временные диаграммы тока на выходе устройства нагружения с инвертором: а) – на тиристорах; б) – на транзисторах



Из приведенных диаграмм видно, что форма тока на выходе устройства нагружения с инвертором на тиристорах практически прямоугольная (рис.2а) и поэтому имеет достаточно высокий суммарный коэффициент гармонических составляющих (коэффициент несинусоидальности), достигающий значения 28,0 %. Ток на выходе устройства нагружения выполненного на транзисторном инверторе (рис.2б) имеет практически синусоидальную форму с минимальным содержанием высших гармоник. Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока на выходе устройства нагружения составляет всего 2,01 %, что существенно улучшает качество рекуперированной электроэнергии.

Таким образом, полученные при численном моделировании результаты подтверждают, что использование ШИМ-инвертора в нагружающем устройстве действительно позволяет улучшить гармонический состав выходного тока и уменьшить его влияние на питающую сеть.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Погуляев, М.Н. Энергосберегающие электромеханические стенды для испытания автономных дизель-генераторов / М.Н. Погуляев [и др.] // Международный научно-практический журнал: Чрезвычайные ситуации: образование и наука. Гомель, ГИИ МЧС РБ, 2013, Том 8, №1, С. 106-110.

2. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов/ М. Н. Погуляев, А. А. Смахин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие техно-логии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 2017 г. / Белорус.-Рос. ун-т. –Могилев, 2017. – С. 399–401.

3. Погуляев, М.Н. Анализ гармонических составляющих выходных напряжения и тока устройства нагружения резервных электрогенераторов / М.Н. Погуляев, А.А. Чигринец // Современные проблемы машиноведения: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2020. – С. 179 -182



УДК 621.313.13

Сайдалиев М.Б.*

ТАҲЛИЛИ ҲАРАКАТОВАРИ ЭЛЕКТРИКИИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ БО УСУЛИ МОДЕЛИРОНИИ КОМПЮТЕРӢ

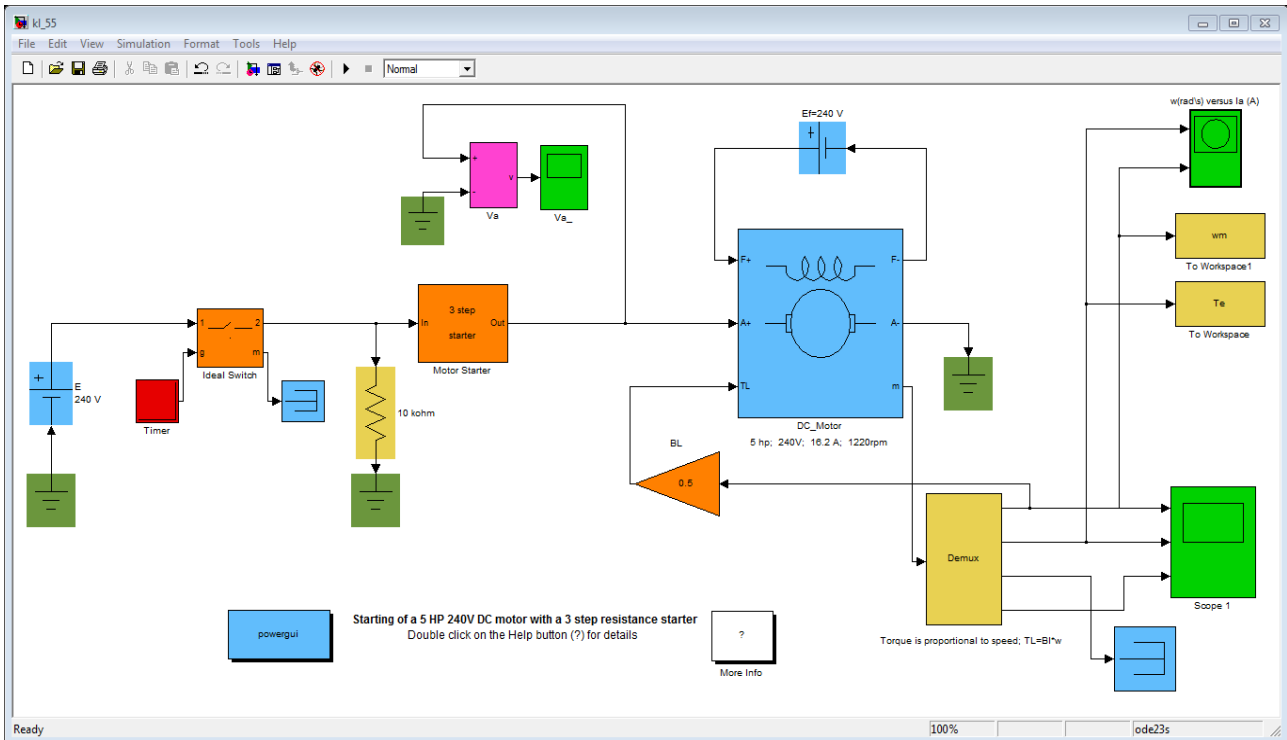
*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автоматикии барқӣ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: msaydaliev2001@gmail.com

Аннотатсия. Маълумотҳои умумӣ доир ба ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимӣ ва моделиронии компютерӣ. Шарҳи моделиронӣ. Маълумотҳои техникии муҳаррик. Ҳисобкунии параметрҳои муҳаррики ҷараёни доимӣ. Сохтани характеристика ва равандҳои гузариши ҳаракатовари электрикии муҳаррики ҷараёни доимӣ.

Мафҳумҳои асосӣ: ҳаракатовари электрикӣ, муҳаррик, ҷараёни доимӣ, моделиронӣ, характеристика, равандҳои гузариш, матлаб.

MATLAB - аз ду калима сохта шудааст: MAT – матритса, LAB – лаборатория, яъне лабораторияи матрисавӣ номидан мумкин аст. Системаи мураккаб ва паҳнғаштатарин дар байни олимони соҳаҳои гуногун мебошад, ки барои коркарди ахборот, ҳалли муодилаҳо, моделиронӣ, барномарезӣ, тартибдиҳии таҷҳизотҳо ва ғайраҳо истифода бурда мешавад.

Ground заминвасли даромад ва баромад аз китобхонаи Power System Blockset/Connectors; E манбаи шиддати доими занҷир ва Ef манбаи шиддати доимии симпечи ангезиш аз китобхонаи Power System Blockset/Electrical Sources; Timer барои идораи қатъу васли калид бо воситаи вақт аз китобхонаи Power System Blockset/Extra library/Control Blocks; Ideal Switch барои қатъу васли занҷир аз китобхонаи Power System Blockset/Power Electronics; Series RLC (R) бори активӣ аз китобхонаи Power System Blockset/Elements; Таҷҳизотҳои ченкунандаи шиддат V_1 аз китобхонаи Power System Blockset/Measurement; Demux барои сигналро аз 1 – то ба 4 – то гардонидани сигнал аз китобхонаи Simulink/signals & Systems.



Расми 1. Модел барои тадқиқи ҲЭҚД.

Маълумотҳои техникӣ муҳарриқи ҷараёни доимӣ

Ҷадвали 5.1. Маълумоти техникӣ ҳаракатовари электрикӣ ҷараёни доимӣ.

Навъ ва андоза	$P_{НОМ}$, кВт	$U_{НОМ}$, В	$n_{НОМ}$, гар/дақ	n_{max} , гар/дақ	$\eta_{НОМ}$, %	$R_{я}$, Ом	R , Ом	R_f , Ом	$L_{я}$, мГн
2ПН180L4ХЛ4	15	220	1500	4000	85.5	0.09	0.06	55.5	2.7

Parameters

Armature resistance and inductance [Ra (ohms) La (H)]
 [0.6 0.012]

Field resistance and inductance [Rf (ohms) Lf (H)]
 [240 120]

Field-armature mutual inductance Laf (H) :
 1.8

Total inertia J (kg.m²)
 1

Viscous friction coefficient Bm (N.m.s)
 0

Coulomb friction torque Tf (N.m)
 0

Initial speed (rad/s) :
 1

OK Cancel Help Apply

Расми 2. Равзанаи кори муҳарриқи ҷараёни доимӣ.



Аз расми 2 аён аст, ки барои моделиронии муҳаррики ҷараёни доимӣ маълумоти шиносномавии он нокифоя аст. Аз ҳамин сабаб, маълумоти ҳисобӣ бояд муайян карда шавад.

Маълумоти ҳисобии муҳаррики ҷараёни доимӣ.

$$I_f = \frac{U_f}{R_f} = \frac{220}{55.5} = 3.9639 \text{ A.}$$

$$M_H = \frac{30P_H}{\pi\eta_H} = \frac{30 * 15 * 10^3}{3.14 * 1500} = 95.5414 \text{ Н * м.}$$

$$L_{af} = \frac{M_H}{I_a * I_f} = \frac{95.5414}{79.7448 * 3.9639} = 0.3 \text{ мГн.}$$

$$I_a = \frac{P_H}{U * \eta} = \frac{15 * 10^3}{220 * 0.855} = 79.7448 \text{ A.}$$

$$L_f \geq (2 \div 5) \frac{I_a * R_f}{R_a} = \frac{79.7448 * 55.5}{0.09} = 442.5836 \text{ Гн.}$$

$$j \geq \frac{(5 \div 10)L_a * P_H^2}{R_a^2 * \omega^2 * I_a^2} = \frac{5 * 2.7 * 10^{-3} * 15000^2}{0.09^2 * 157.068^2 * 79.7448^2} = 2.39 \text{ кг * м}^2.$$

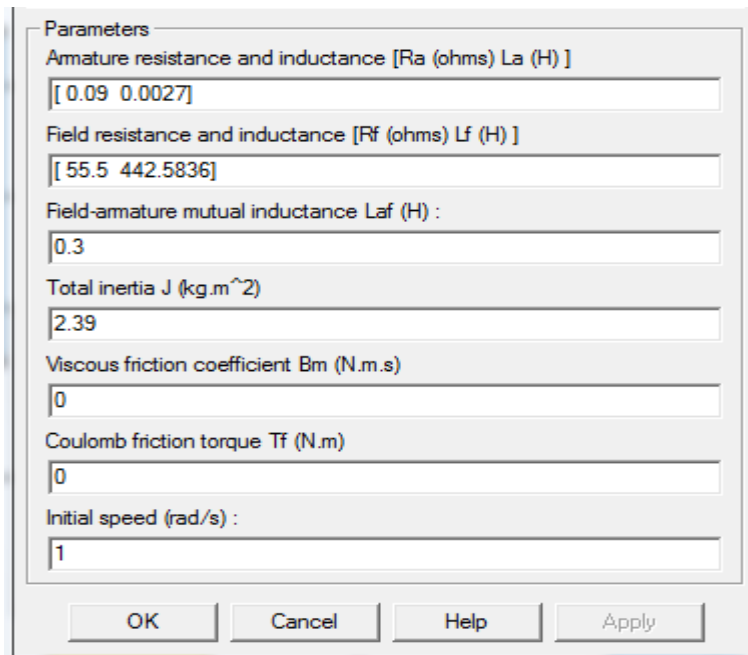
$$\omega = \frac{\eta_H}{9.55} = 157.068 \text{ рад/с.}$$

$$I_H = I_a * 2.5 = 79.7448 * 2.5 = 198 \text{ A.}$$

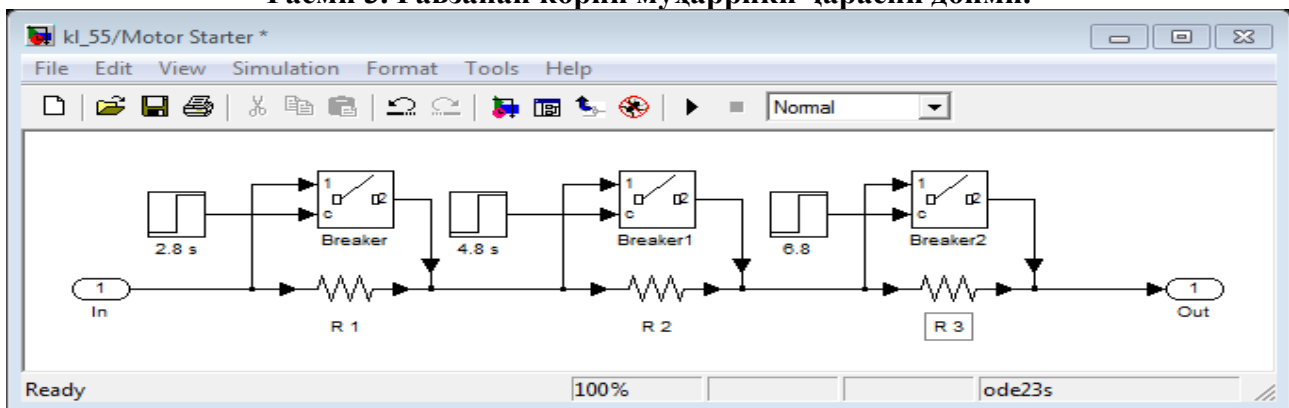
$$I_H = \frac{U_H - E_H}{R_a + R_{иловағӣ}} = 198 = \frac{220 - 0}{0.09 * x} \quad x = 1.02111$$

$$R_{иловағӣ} = 1,02111 \text{ Ом.}$$

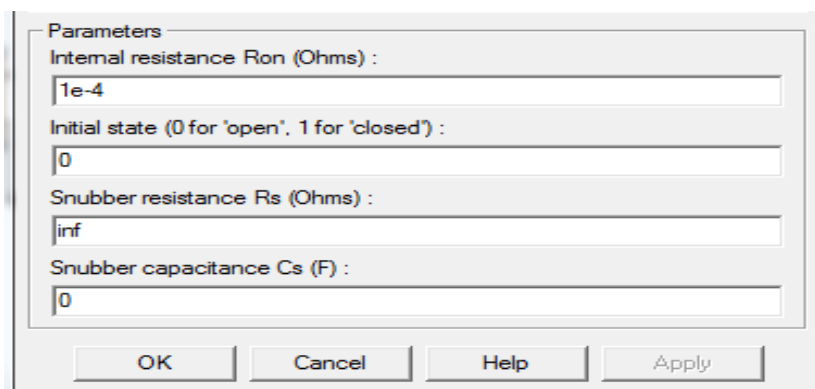
Пас аз муайян кардани параметрҳои ҳисобии муҳаррики ҷараёни доимӣ, қимматҳои муайян шударо ба равшанӣ кории муҳаррик ҷараёни доимӣ ворид намуда, тадқиқотро оғоз менамоем.



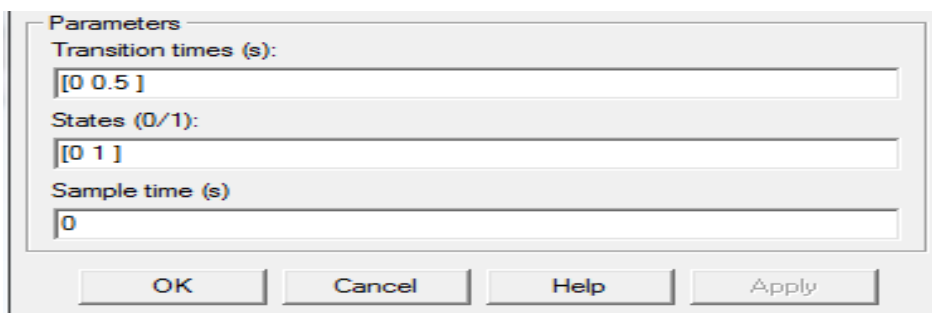
Расми 3. Равзанаи кори мухаррики чараёни доимӣ.



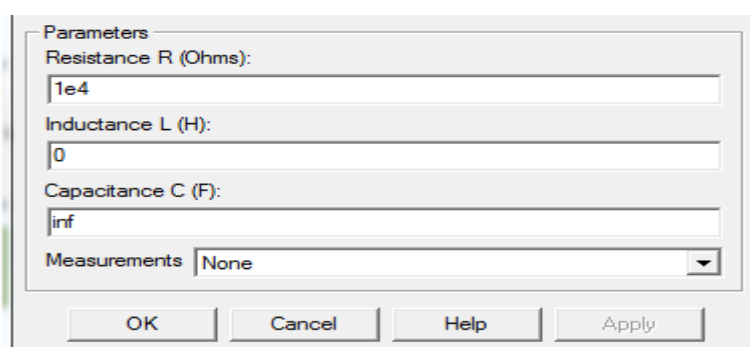
Расми4. Равзанаи кори Subsystem.



Расми 5. Равзанаи кори Ideal Switch.



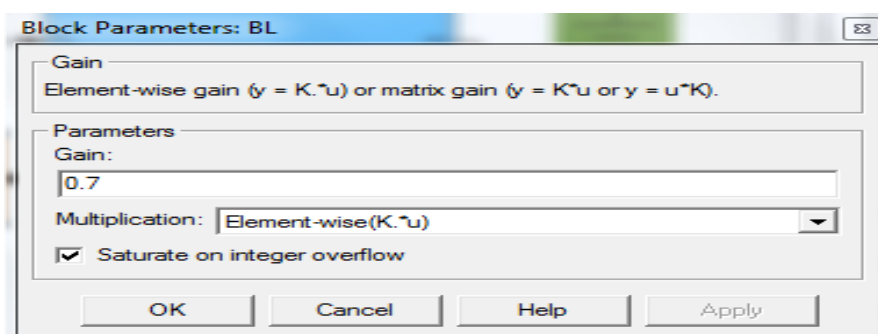
Расми 6. Равзанаи кории Timer.



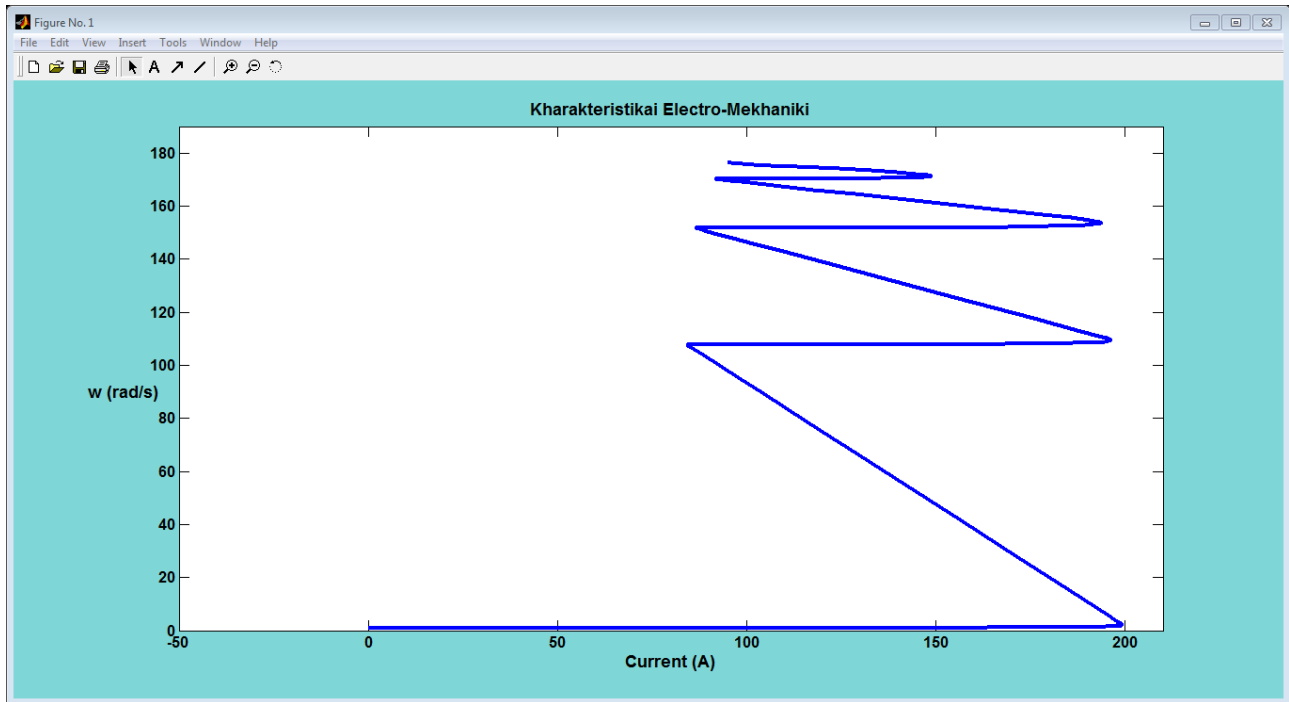
Расми 7. Равзанаи кории бори активии занҷир R.

Сохтани характеристика ва равандҳои гузариши ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимӣ. Мувофиқи кории лабораторӣ, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ гузаронида, характеристикаи электромеханикии муҳаррик муайян карда мешавад.

Марҳилаи 1. Сарборӣ ҳангоми 70% будан.

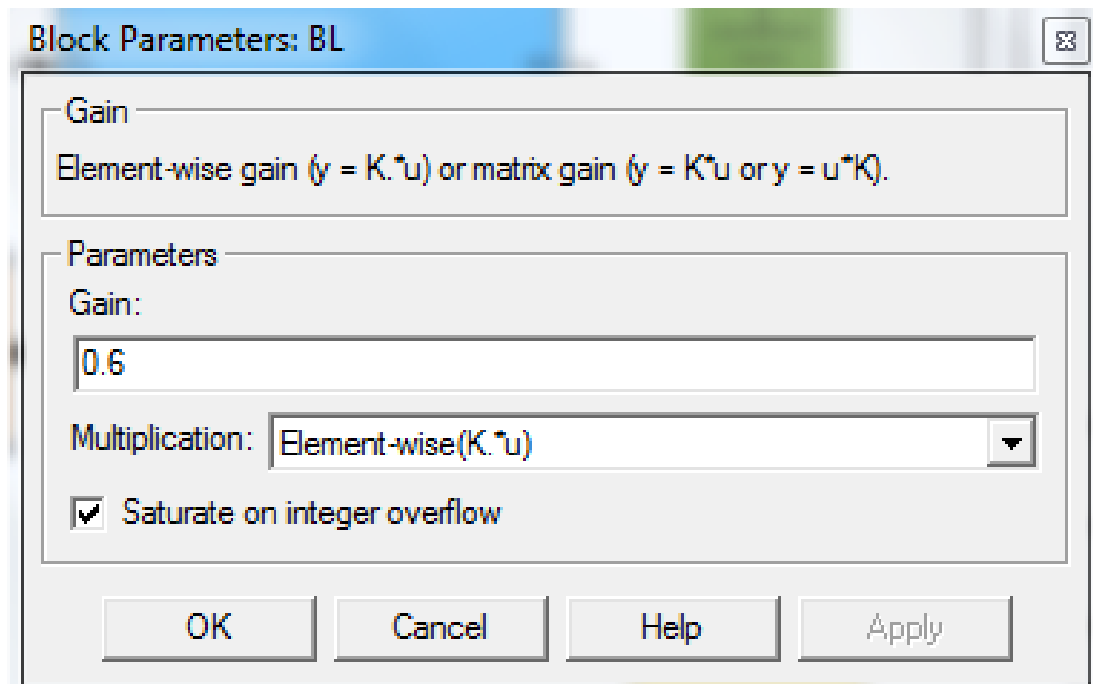


Расми 8. Равзанаи кории сарборӣ.

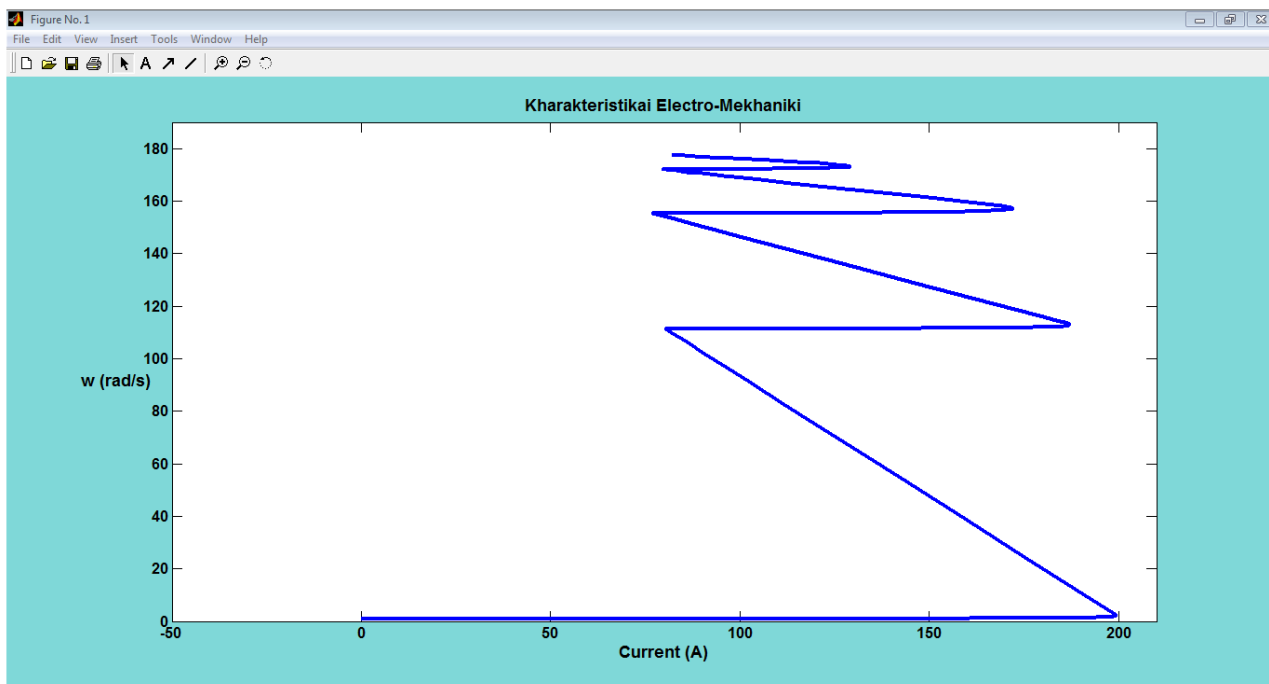


Расми 9. Характеристикаи электромеханикии мухаррик ҳангоми сарборӣ 70% будан.

Марҳилаи 2. Сарборӣ ҳангоми 60% будан.

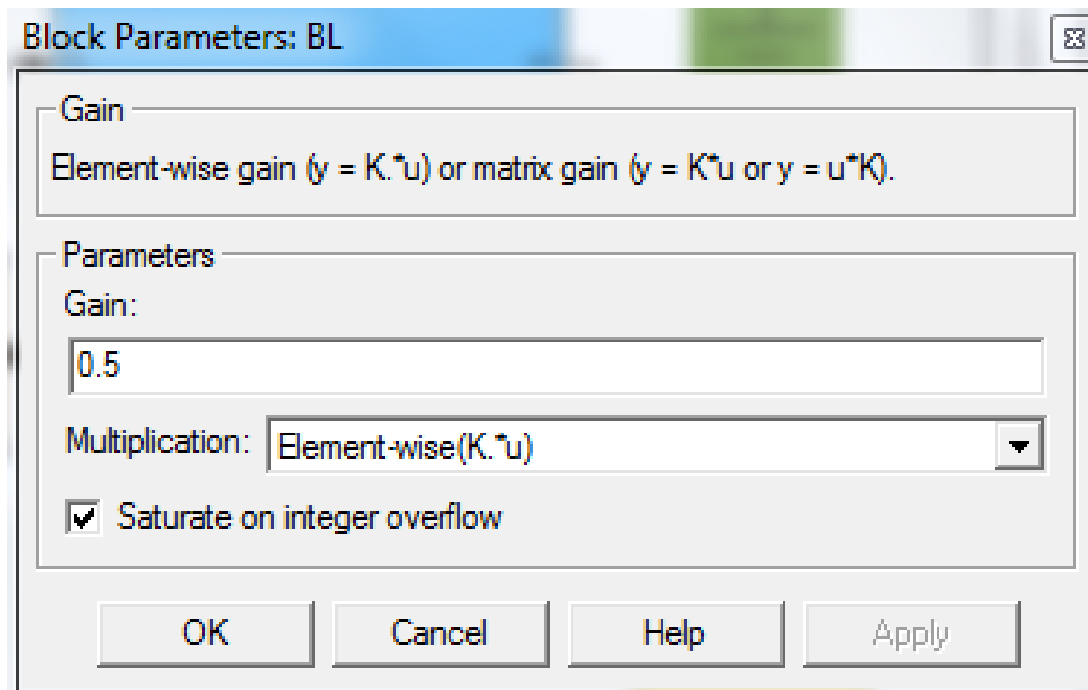


Расми 10. Равзанаи кори сарборӣ.

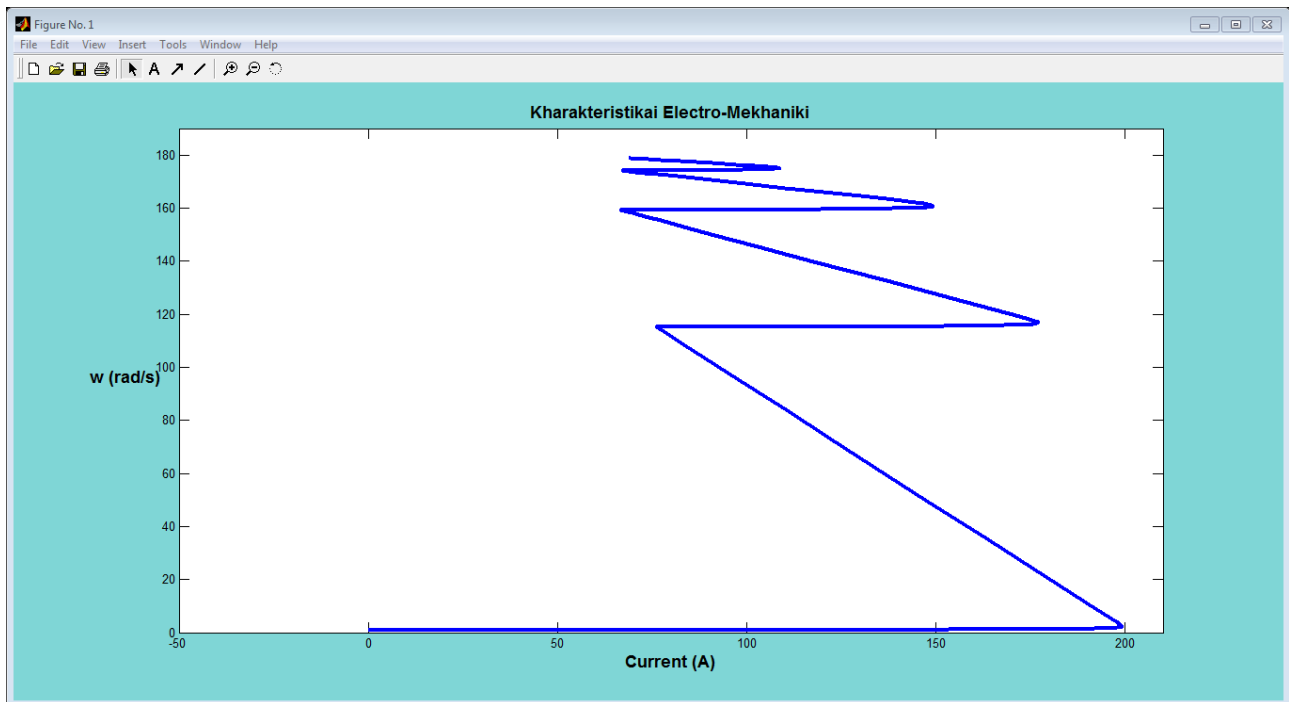


Расми 11. Хarakterистикаи электромеханикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 60% будан.

Марҳилаи 3. Сарборӣ ҳангоми 50% будан.



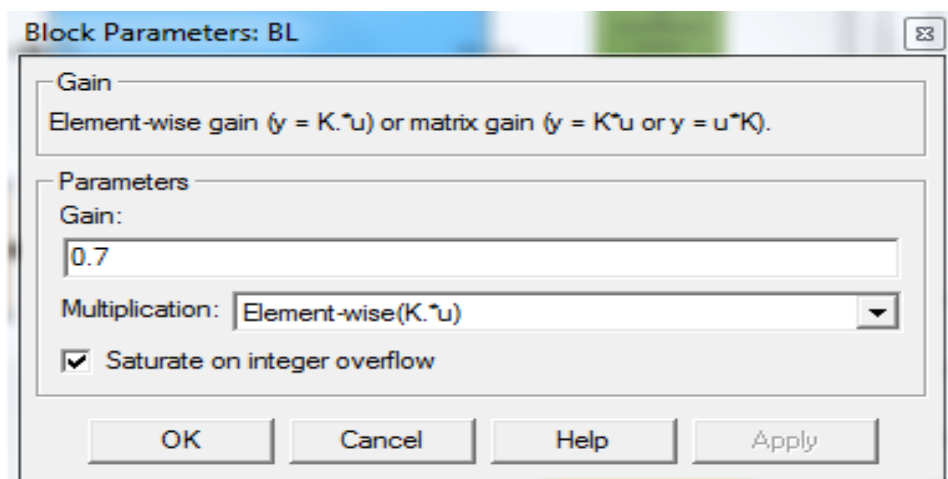
Расми 12. Равзанаи кори сарборӣ.



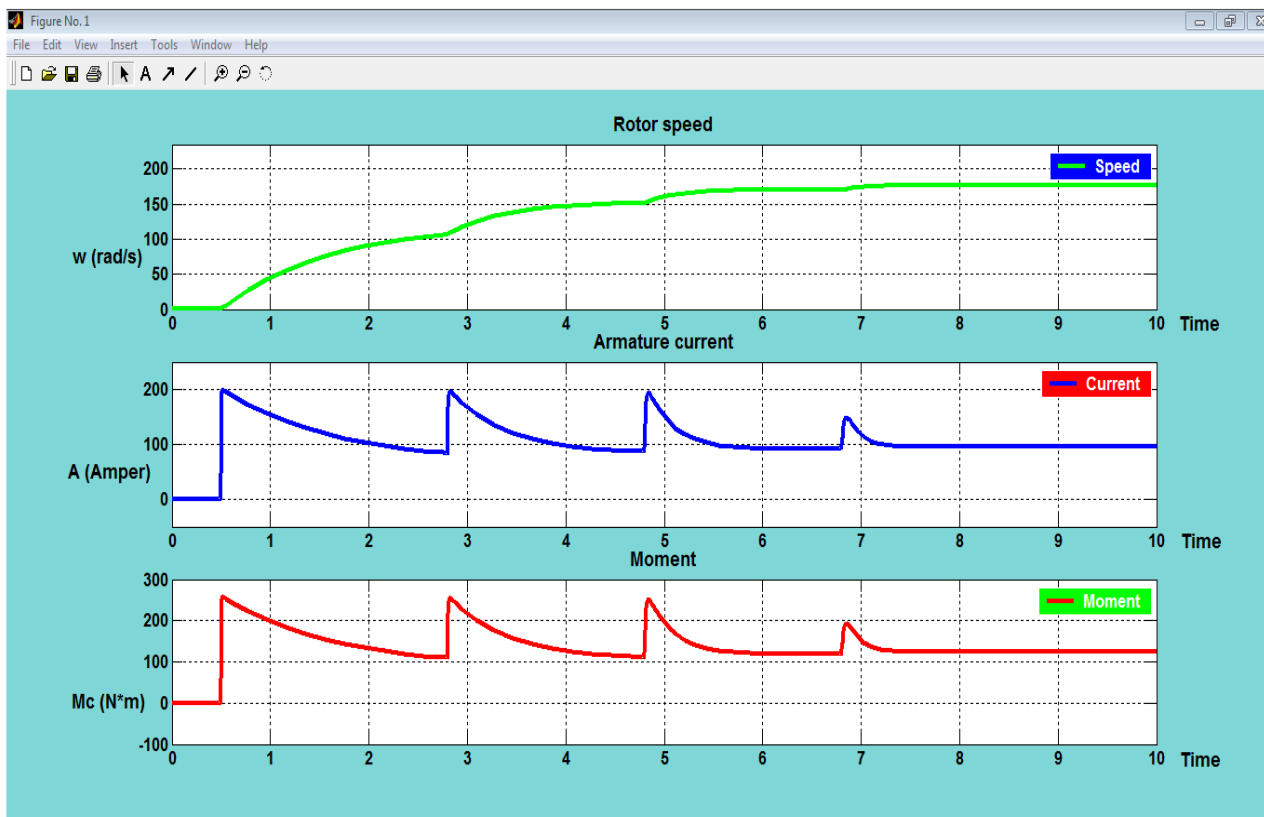
Расми 13. Характиристикаи электромеханикии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 50% будан.

Соختани равандҳои гузариши ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимӣ. Мувофиқи кори лабораторӣ, таҷриба бо роҳи тағйирдиҳии сарборӣ гузаронида, раванди гузариши муҳаррик муайян карда мешавад.

Марҳилаи 1. Сарборӣ ҳангоми 70% будан.

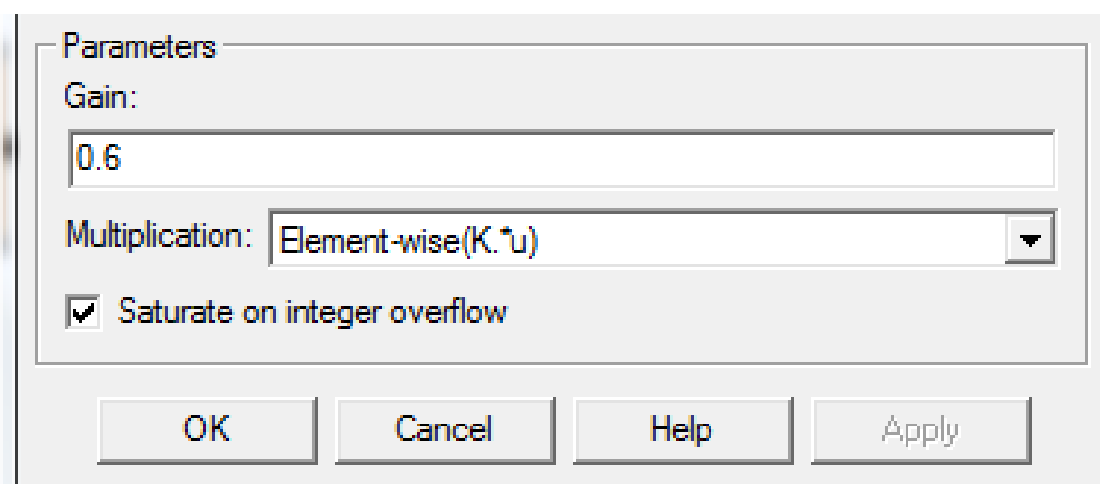


Расми 14. Равзанаи кори сарборӣ.

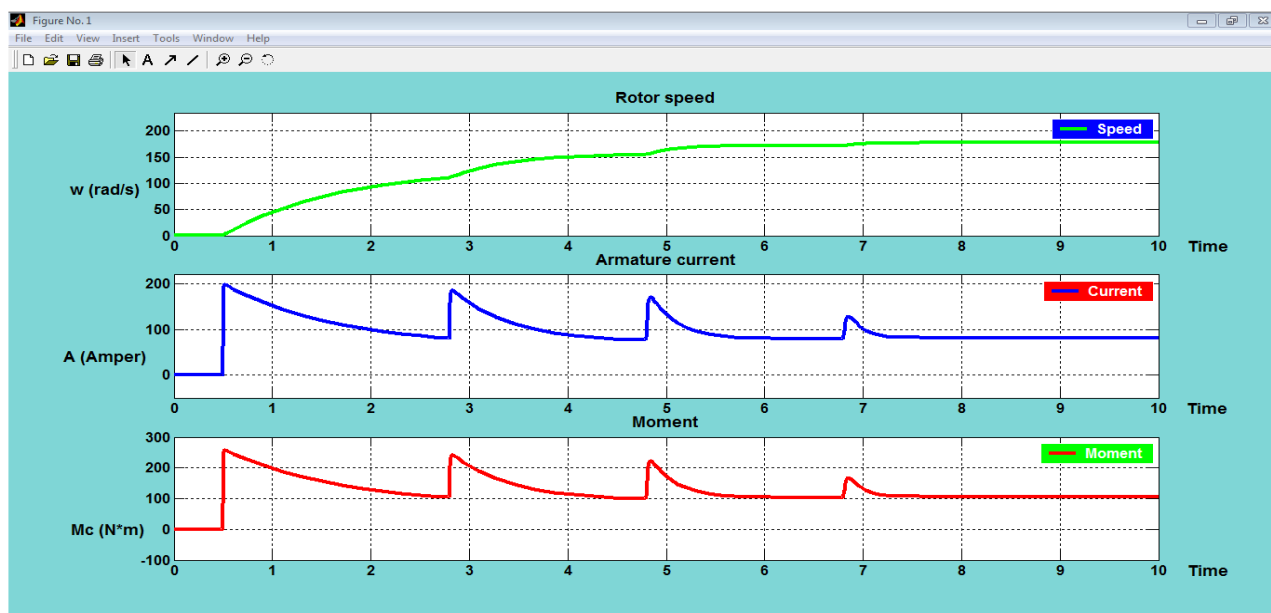


Расми 15. Раванди гузариши момент, ҷараёни якор ва суръати кунҷии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 70% будан.

Марҳилаи 2. Сарборӣ ҳангоми 60% будан.



Расми 16. Равзанаи кори сарборӣ.



Расми 17. Раванди гузариши момент, чараёни якор ва суръати кунҷии муҳаррик ҳангоми сарборӣ 60% будан.

ХУЛОСА

Ҷарактовари электрикии чараёни доимӣ – яке аз самтҳои асосии ихтисоси 53 ба ҳисоб меравад. Мо бо муҳаррикҳои чараёни доимӣ дар дарсҳои гузашта шинос шуда будем ва маълумоти кофӣ назариявӣ гирифта будем. Дар ин кори лабораторӣ мо бо воситаи моделиронии компютерӣ бақорандозии муҳаррики чараёни доимиро амалӣ гардонидем. Аз рӯи қонунҳои муҳаррики чараёни доимӣ маълум аст, ки ҳангоми бақорандозии муҳаррик, чараёни бақорандозӣ аз чараёни номиналӣ набояд аз 2,5 маротиба калон шавад. Аз ҳамин лиҳоз мо бақорандозии реостатиро истифода бурда, бо воситаи муқовиматҳо натиҷаҳои бақорандозиро идора намудем.

Феҳристи адабиёт

1. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. — 392 с., ил.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод/Под ред. И.Я. Браславского. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с., ил.



УДК 621.313.13

Сайдалиев М.Б.*

ТАРТИБДИҶИИ СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ ҲАРАКАТОВАРИ ЭЛЕКТРИКИИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

*Донишҷӯи курси 4 ихтисоси “1-53 01 05 – Ҳаракатдиҳандаҳои автомати барқӣ”
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226
E-mail: msaydaliev2001@gmail.com

Аннотатсия. Маълумотҳои умумӣ доир ба ҳаракатоварҳои электрикии ҷараёни доимӣ. Ҳисобкунии параметрҳои элементҳои қуввагӣ. Муайянкунии параметрҳои нисбии қуввагии занҷир. Характеристикаи электромеханикии системаи кушоди ҳаракатовари электрикӣ. Тартибдиҷиҳои системаи сарбастии ҳаракатовари электрикӣ.

Мафҳумҳои асосӣ: ҳаракатовари электрикӣ, муҳаррик, ҷараёни доимӣ, элементҳои қуввагӣ, система, характеристика, табдилдиҳанда, трансформатор, схемаи функционалӣ ва кинематикӣ, речаи гузариш.

Ҳаракатовари электрикӣ – як системаи электромеханикии идорашавандаест, ки барои табдил додани энергияи электрӣ ба энергияи механикӣ ва баръакс, инчунин назорат кардани ин раванд пешбинӣ шудааст. Ҳаракатовари муосири электрикӣ маҷмӯи зиёди мошинҳо, дастгоҳҳо ва системаҳои идоракунӣ онҳост.

Идоракунӣ автоматӣ – маҷмӯи амалҳое, ки ба нигоҳдорӣ ё беҳтар кардани фаъолияти объекти идорашаванда бидуни иштироки бевоситаи инсон мувофиқи ҳадафи додасуда нигаронида шудаанд.

Идоракунӣ ҳаракатовари электрикӣ аз иҷрои ба кор андохтан, танзими суръат, тормозкунӣ, акибгардонӣ, инчунин мувофиқи талаботи процесси технологи нигоҳ доштани режими кории ҳаракатовар иборат аст. Умуман, идора метавонад дастӣ, нимаавтоматӣ ва автоматӣ бошад.

ҲИСОБКУНИИ ПАРАМЕТРҲОИ ЭЛЕМЕНТҲОИ ҚУВВАГӢ

Интихоби трансформатори қуввагӣ. Бо мақсади ҳисобкунии ҳаракатдиҳандаҳои электрикӣ трансформатори қуввагиро бо назардошти қиматҳои ҳисобшудаи шиддати манба ва иқтидори трансформатори намунави интихоб менамоем.

$$E_{2\phi,расч} = K_u \cdot K_c \cdot K_a \cdot K_R \cdot U_{d,ном} = 0,427 \cdot 1,1 \cdot 1,07 \cdot 1,07 \cdot 440 = 236,61 \text{ В,}$$



дар ин чо K_u – коэффициентҳои ҳисобии вобастагии ҚЭҶ-и росткунаки идеали аз схемаи он, барои росткунак $K_u=0,427$;

K_α – коэффициенте, ки ҳолати идоракуни нопурра кушодашавии тиристорҳои гурӯҳи инверториро дар вақти сигнали максималӣ ба назар мегирад, $K_\alpha = 1,05-1,1$;

K_c – коэффициентҳои захираи шиддат, ки афтиши шиддати манбаро ба 5 то 20% аз қимати номиналиро ба назар мегирад, $K_c=1,05-1,2$;

K_T – коэффициентҳои захираи шиддате, ки афтиши шиддатро дар ғалтакҳои трансформатор, росткунакҳо ва анодҳо ҳангоми комутатсияи хараён ба ҳисоб назар мегирад, $K_T=1,05-1,1$,

Иқтидори ҳисобии трансформаторбо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$I_{d,ном} = \frac{P_n}{U_n \cdot \eta_n} = \frac{40000}{440 \cdot 0,905} = 100,45 \text{ A},$$

$$S_T = K_S \cdot K_c \cdot K_\alpha \cdot K_i \cdot U_{d,ном} \cdot I_{d,ном} \cdot 10^{-3} \text{ кВА}$$

$$= 1,07 \cdot 1,1 \cdot 1,07 \cdot 1,06 \cdot 440 \cdot 100,45 \cdot 10^{-3} = 59 \text{ кВА},$$

дар ин чо K_S – коэффициентҳои схемавӣ, ки нисбати иқтидори идеалии росткунакро ба бори ба муқобили ҚЭҶ бударо ба назар мегирад, $K_S = S_T / E_{d0} I_{d,ном}$, $K_S=1,05-1,1$;

K_i – коэффициенте, ки майли шакли чараёни аноди росткунакро аз росткунча ба назар мегирад, $K_i=1,05-1,8$,

Дар асоси параметрҳои ҳисобшуда аз маълумотномаҳо трансформаторро интихоб мекунем, ки он дар ҷадвали 1 оварда шудааст:

Ҷадвали 1 – Параметрҳои трансформатори интихобшуда

Тамғаи трансформатор	$S_{ном}$ кВА	$U_{1н}$ В	$U_{2н}$ В	$I_{2н}$ А	$U_{dн}$ В	$I_{dн}$ А	P_{xx} Вт	$P_{кз}$ Вт	U_k %	I_{xx} %
ТСП – 63/0,7	58	380	410	82	460	100	300	1900	5,5	5

МУАЙЯН КАРДАНИ ПАРАМЕТРҲОИ НИСБИИ ҚУВАГИИ ЗАНЧИР

Ҳисобкунии муқовиматҳои муҳаррик. Муқовимати ҳисобии чараёни росткардашуда бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$R = 1,2 \cdot (R_{яд} + R_{дн}) + R_{яс} + R_n = 1,2 \cdot 0,11 + 0,0199 + 0,38 = 0,53 \text{ Ом},$$

дар ин чо $R_{яц}$ – муқовимати занчири қуввагии табдилдиҳак.



Муқовимати занҷири қуввагии табдилдиҳақ чунин тавр ҳисоб карда мешавад:

$$R_{яс} = \frac{2}{I_{д,н.о.м}} = \frac{2}{100,45} = 0,0199 \text{ Ом.}$$

Муқовимати табдилдиҳақ чунин тарв ҳисоб карда мешавад:

$$R_n = 2 \cdot R_T + R_{с\delta} + \frac{X_T \cdot m}{2 \cdot \pi} = 2 \cdot 0,105 + 0,035 + \frac{0,141 \cdot 6}{2 \cdot 3,14} = 0,38 \text{ Ом.}$$

Муқовимати дроссели ҳамворкунанда чунин тавр ҳисоб карда мешавад:

$$R_{с\delta} = \frac{R_T}{m_T} = \frac{0,105}{3} = 0,035 \text{ Ом.}$$

Қимати α максимум аниқ мекунем.

$$\alpha_{max} = \arccos \frac{\left(\frac{\omega_{min}}{K_{\delta\epsilon}}\right) + I_{\delta\epsilon,н.о.м} \cdot R_{яс}}{E_{до}} = \arccos \frac{\left(\frac{15,7}{0,735}\right) + 100,45 \cdot 0,53}{554,33} = 82,26.$$

Суръати кунҷии минималии дар фосилаи идорақунӣ чунин тавр ҳисоб карда мешавад:

$$\omega_{min} = \frac{\omega_{н.о.м}}{D} = \frac{314}{20} = 15,7 \text{ рад/с.}$$

Барои коэффитсиенти доимии конструктиви муҳаррики чараёни доимиро ҳисоб кардан, чунин формула истифода бурда мешавад:

$$C_e = \frac{U_{я} - I_{я} \cdot R_{я}}{\omega_{н.о.м}} = \frac{440 - 100,45 \cdot 0,11}{314} = 1,36,$$

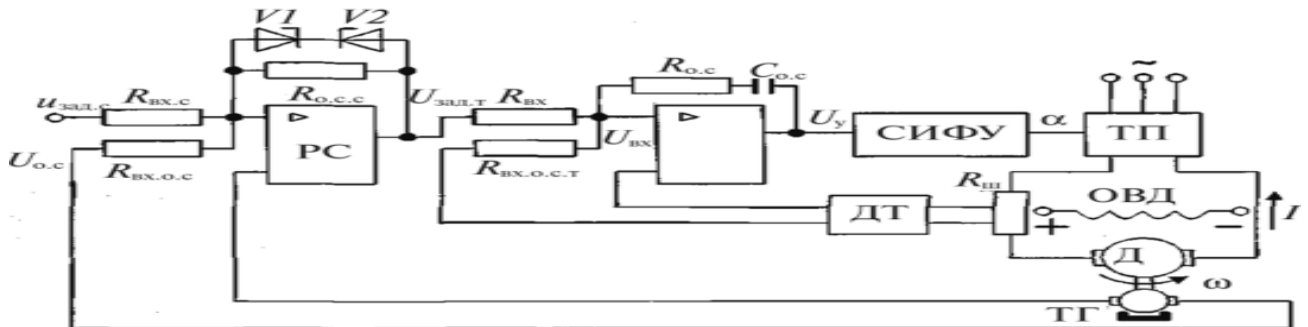
$$K_{\delta\epsilon} = \frac{1}{C_e} = \frac{1}{1,36} = 0,735,$$

$$L = 2 \cdot L_T \cdot L_{\delta\epsilon} + L_{с\delta} = 2 \cdot 0,000449 \cdot 0,00836 + 0,0001 = 0,001 \text{ мГн.}$$

Тартибдиҳии схемаи функционалии ҳаракатовари электрикӣ



Схемаи функционалии системаи ҳаракатоварҳои электрикӣ ТТ–МЧД дар расми 1 оварда шудааст. Схема аз қисмҳои зерин иборат аст: трансформатори куввагӣ, ки барои мутобиқаткунонии шиддати шабака хизмат карда, барои мутобиқ намудани шиддати ТТ бо шидати манбаъ истифода бурда мешавад, ки дар система вуҷуд дорад.



Расми 1. Схемаи функционалии ҳаракатовари электрикӣ.

ХАРАКТЕРИСТИКАИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИИ СИСТЕМАИ КУШОДИ ҲАРАКАТОВАРИ ЭЛЕКТРИКӢ

Ҳисоби бузургии суръатҳои кунҷии муҳаррик. Хакартеистикаи электромеханикии табииро бо қиматҳои суръатҳои кунҷии номиналӣ ва беборӣ месозем:

$$\omega_0 = \frac{U_{\text{дв,ном}}}{C_e} = \frac{440}{1,36} = 323,5 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_n = \frac{2\pi \cdot n_n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3000}{60} = 314 \text{ рад/с.}$$

Аз ин ҷо афтиши суръати кунҷии дар системаи кушодаи ҳаракатдиҳандаи электрикӣ чунин муайян карда мешавад:

$$\Delta\omega_p = \frac{I_n \cdot R_{\text{я}}}{C_e} = \frac{100,45 \cdot 0,11}{1,36} = 8,12 \text{ рад/с.}$$

Дар вақти набудани алоқаи акс системаи ХЭ характеристикаи электромеханикӣ дар диапазони поёни намуди якхела бо характеристикаи табиӣ дорад, аз ин ҷо:

Дар ҳолати $I_{\text{я}}=0$

$$\omega_{0 \text{ min}} = \frac{\omega_0}{D} = \frac{323,5}{20} = 16,175 \text{ рад/с,}$$



дар ин ҷо D – диапазони танзимкунии суръат, аз 10 то 50 қимат додан мумкин аст.

Дар ҳолати $I_a = I_n$

$$\omega_{min} = \omega_{0 min} - \Delta\omega_p = 16,175 - 8,12 = 8 \text{ рад/с.}$$

ТАРТИБДИҲИИ СИСТЕМАИ САРБАСТАИ ҲАРАКАТДИҲАНДАИ ЭЛЕКТРИКӢ

Ҳисоби параметрҳои алоқаи акс. Дар системаи ҳаракатовари электрикии ТТ-МҚД системаи идоракунии алоқаи акси манфии суръати ҳаракат ва ҷараёни буридашавандаи муҳаррик бисёртар истифода бурда мешавад. Схемаи структурии системаи дода шуда дар расми 6,1 дода шудааст.

Татбиқкунии алоқаи акси ҷараёни буридашуда структураи ҳаракатовари электрикиро вобаста аз қимати тағирёбандае, ки буридашавиро таъмин менамояд, тағйир медиҳад. Барои системаи додашуда муодилаи дифференсиалии умумиро тартиб дода, онро ба нул баробар карда, муодилаи характеристикаи электромеханикиро ба чунин намуд ҳосил мекунем.

$$\omega = \frac{U_3 \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{\delta\epsilon}}{1 + K_c \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{\delta\epsilon}} - \frac{I_a \cdot R \cdot K_{\delta\epsilon}}{1 + K_c \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{\delta\epsilon}} - \frac{(I_a - I_{омс}) \cdot \beta_{омс} \cdot K_n \cdot K_{\delta\epsilon}}{1 + K_c \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{\delta\epsilon}};$$

Параметрҳои алоқаи акс ва элементҳои ғайрихаттии системаро муайян мекунем.

Афтиши суръати талабкардашаванда дар системаи алоқаи акси суръати кунҷи бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta\omega_{mp} = \frac{\omega_{ном}}{D} \cdot \frac{\delta_3}{1 - \delta_3} = \frac{314}{20} \cdot \frac{0,05}{1 - 0,05} = 0,826 \text{ рад/с,}$$

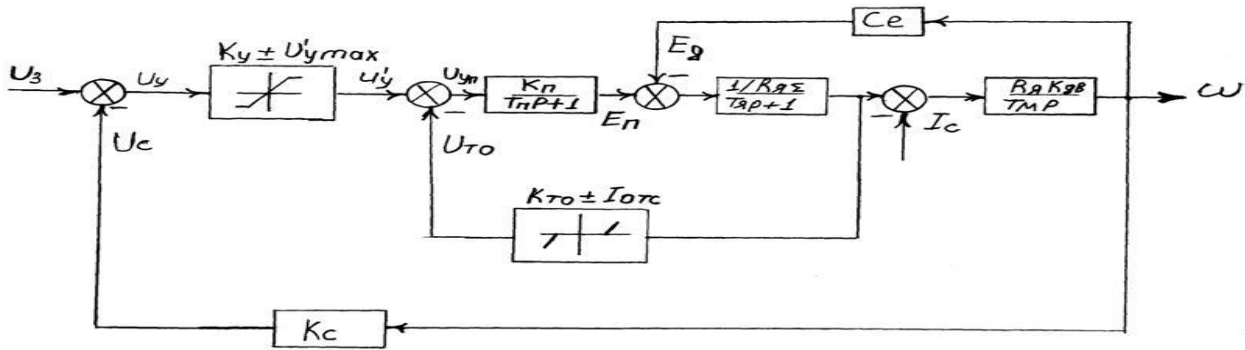
дар ин ҷо δ_3 – статизми системаи идоракуни, аз 2 то 20 % дода мешавад.

Аз ин ҷо коэффисиенти гузарониши системаи сарбастии лозимӣ чунин мешавад.

$$K_{необ} = \frac{\Delta\omega_p}{\Delta\omega_{mp}} - 1 = \frac{8,12}{0,826} - 1 = 8,83.$$



Мувофиқи коэффисиентҳои алоқаи акси муайян гашта схемаи структурии ин контурро тартиб медиҳем, ниг. расми 2.



Расми 2. Схемаи структурии системаи алоқаи акси ХЭ.

Моделиронии компютери системаи идоракунии ҳаракатовари электрикӣ Барои содда кардани синтези системаи сарбастаи ХЭ ва осон кардани ҳисобҳо, схемаи структурии расми 4,1-ро бо назардошти зерин қабул мекунем:

- элементҳои схема параметрҳои ҳақиқӣ доранд;
- синтез дар ҳолати ба назар нагирифтани таъсирҳои барангезанда гузаронида мешавад, алоқаи акс ягона мебошад.

Баъди табдилдиҳӣ схемаи структури намуди расми 4,3-ро мегирад.

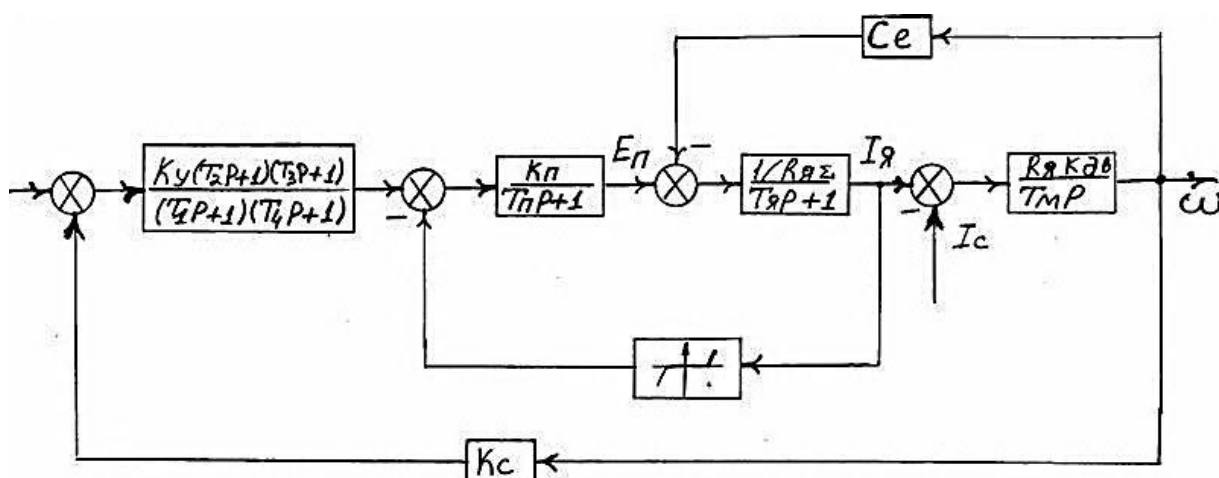
Доимии электромагнитии вақти занҷири якор бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$T_{я} = \frac{L_{я}}{R_{я}} = \frac{0,001}{0,53} = 0,0019 \text{ с.}$$

Суммаи моментҳои инерсияи ХЭ ба механизми иҷрокунанда чунин тавр ёфта мешавад:

$$J_{\varepsilon} = J_{\partial\delta} + 0,3 \cdot J_{\partial\delta} = 0,3 + 0,3 \cdot 0,3 = 0,39 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

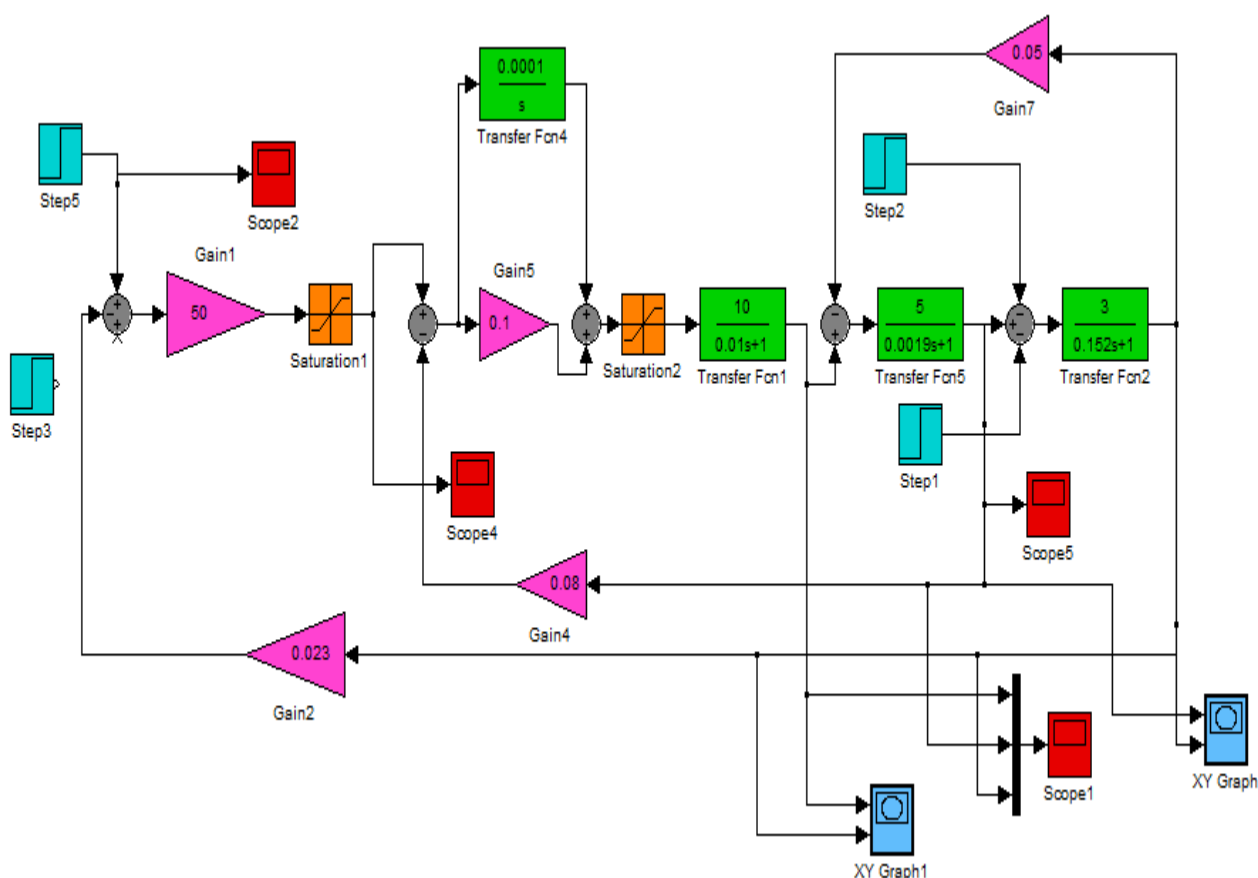
Схемаи структурии системаи корриктронидашуда дар расми 3 оварда шудааст.



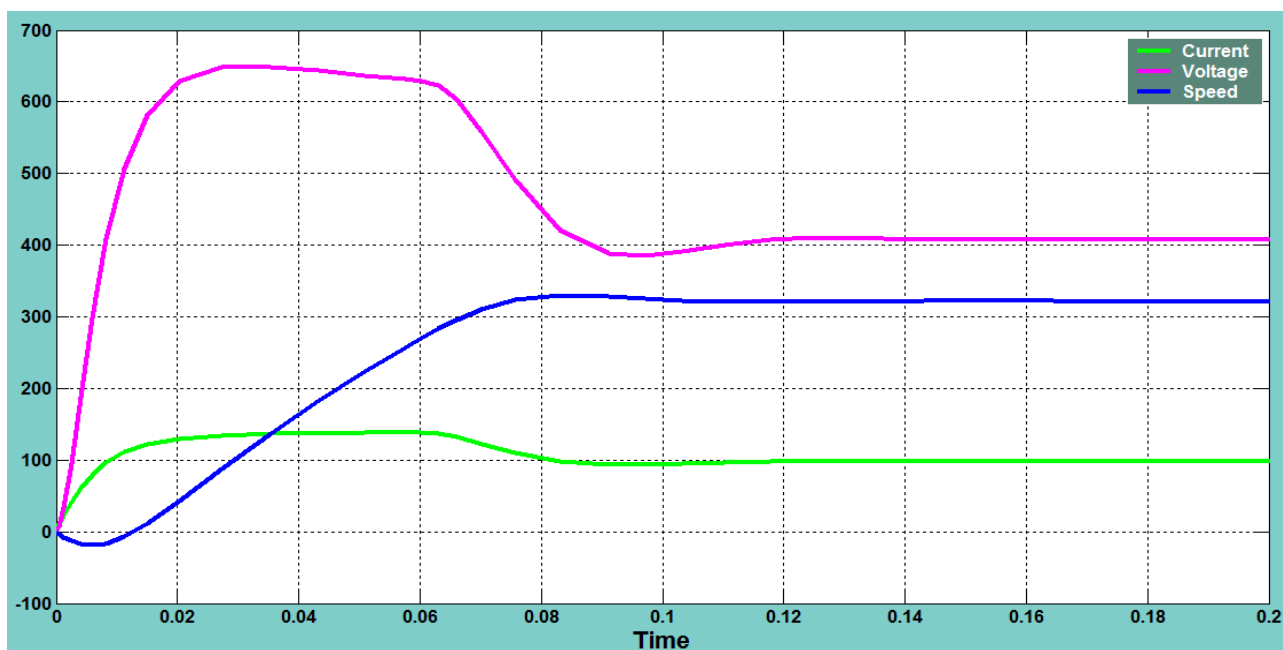
Рас

ми 3. Схемати структурии системаи коректиронидашуда.

Дар расми 9 мисоли модели системаи идоракунии ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимӣ оварда шудааст.



Расми 4. Модели компютери ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимӣ.



Расми 5. Равандҳои гузариши бузургиҳои ХЭ.

ХУЛОСА

Тартибдиҳии системаи идоракунии ҳаракатовари электрикии ҷараёни доимиро иҷро намудем ва ҳангоми иҷро намудан боз тартиб додани системаҳои идораро низ аз зуд намудем, ки ин мақсади асосии кори курсӣ ва ихтисоси интихобкардаи мо мебошад. Ин кори курсӣ аз 4 боб ва зербобҳо иборат аст, ки ҳар як боб мувофиқ ба номаш ягон қисмати махсуси системаи идораро дар мегирад.

Феҳристи адабиёт

1. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. — 392 с., ил.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод/Под ред. И.Я. Браславского. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с., ил.



УДК 343.711.63

Хамидуллин И.И., Наумов О.В.

ТОПОЛОГИЯ УМНЫХ СЕТЕЙ

ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
E-mail: 89274533569@maul.ru, 2311670@list.ru

В статье рассмотрено понятие умных сетей, приведены основные их преимущества по сравнению с традиционной системой электроснабжения. Рассмотрены основные области развития умных сетей.

Ключевые слова: умные сети, Smart Grid, автоматизация.

Одной из важнейших задач электроэнергетики является обеспечение бесперебойного электроснабжения и надежная работа всех ее элементов, своевременное устранение технологических нарушений, разработка и проведение мероприятий по их предупреждению и устранению. В связи с этим, одной из важнейших задач в последнее время в энергетике стоит развитие так называемых умных сетей.

Умные сети электроснабжения (англ. Smart Grid (SG)) — это модернизированные сети электроснабжения, которые используют информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении, позволяющей автоматически повышать эффективность, надёжность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии [1].

Основными целями развития технологий SG являются:

- снижение потерь энергоресурсов;
- повышение своевременности и полноты оплаты за потребляемые энергоресурсы;
- управление неравномерностью графика электрической нагрузки;
- повышение надежности функционирования энергосистемы в случае возникновения аварийных ситуаций;
- повышение визуализации работы объектов энергетической инфраструктуры.

Основными преимуществами умных сетей по сравнению с традиционной системой электроснабжения являются:

- SG это автоматизированная сеть генерации, передачи и потребления электроэнергии;



- SG является S.M.A.R.T. системой, то есть способна осуществлять самомониторинг и предоставлять отчеты о любом участнике сети (его состоянии, потребностях и прочее), полную информацию о произведенной и переданной электроэнергии в любом разрезе: эффективности, потерь или экономической выгоды;

- SG также повышает надежность сети, обеспечивая незаметное для потребителя переключение на другой источник при отказе основного. Поскольку надежность отдельных сетей электроснабжения уже достигает 99,97% использование SG способно гарантировать бесперебойное электроснабжение в режиме 24/7;

- SG повышает "производительность" сети в целом за счет уменьшения потерь в проводах и оптимального распределения нагрузки, устанавливая для крупных потребителей эффективные (меньшей протяженности) маршруты подключения.

Технологические решения SG могут быть разделены на пять ключевых областей:

- измерительные приборы и устройства, включающие, в первую очередь, smart-счетчики и smart-датчики;

- усовершенствованные методы управления;

- усовершенствованные технологии и компоненты электрической сети: гибкие системы передачи переменного тока FACTS, сверхпроводящие кабели, полупроводниковая, силовая электроника, накопители;

- интегрированные интерфейсы и методы поддержки принятия решений, технологии управление спросом на энергию, распределенные системы мониторинга и контроля), распределенные системы текущего контроля за генерацией, автоматические системы измерения протекающих процессов, а также новые методы планирования и проектирования как развития, так и функционирования энергосистемы и ее элементов;

- интегрированные средства коммуникации.

Основными решаемыми задачами потребителей энергоресурсов при внедрении технологий SG являются:

- улучшение доступа потребителей к объектам энергетики;

- повышение надежности энергоснабжения всех категорий потребителей;

- повышение качества предоставляемых энергоресурсов;

- создание современного интерфейса взаимодействия потребителей энергии с ее поставщиками;

- возможность для потребителя выступать в качестве полноправного участника энергетического рынка;



- расширенные возможности для потребителей по управлению энергопотреблением и снижению уровня платежей за потребленные энергоресурсы.

Для существующих распределительных сетей 6(10) кВ в рамках развития умных сетей целесообразно осуществлять секционирование воздушных линий данных классов напряжений с помощью внедрения реклоузеров с целью дальнейшей автоматизации, удаленного контроля и мониторинга, внедрение индикаторов короткого замыкания, необходимых для повышения результатов поиска места короткого замыкания, замена перегруженных трансформаторов, секционирование линий выключателями и оснащению их устройствами АПВ и АВР, внедрение интеллектуальных приборов учета [2].

Используемая литература:

1. Цифровой РЭС – это реальность / [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rosseti.ru/press/news/?ELEMENT_ID=28960. Попов В.А. Особенности анализа надежности воздушных распределительных сетей с источниками распределенной генерации / В.А. Попов, В.В. Ткаченко, Саид Банузаде Сахрагард, А.А. Журавлев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №3/8, 2015. – с. 26–32.
2. Реестр инновационных решений ПАО «Россети». ПАО «Россети», 2017. Режим доступа: http://www.rosseti.ru/investment/introduction_solutions/doc/Reestr_IR170117.pdf.



Бахши 5

**ОМОДА НАМУДАНИ КАДРҲОИ МУҲАНДИСИИ ИХТИСОСҲОИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ ВА ЭЛЕКТРОТЕХНИКӢ ДАР ШАРОИТИ
МУОСИР**

Секция 5

**ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Ахророва М., Шокирова И.А.

**ИСТИФОДАБАРИИ ТАЪЛИМИИ ЭЛЕКТРОНӢ ВА ЗАХИРАҲОИ
ИТТИЛООТӢ ДАР РАВАНДИ ОМУӢЗИШИ ЭЛЕКТРОНИКА
ДАР ОМУӢЗИШГОҲИ ОЛӢ**

Донишгохи давлатии Хучанд ба номи академик Б. Гафуров
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.Хучанд, гузаргоҳи Мавлонбеков 1

Баланд бардоштани самаранокии таълими фанни электроника дар асосҳои технологияи навин бо такмилдиҳии ташкили муҳити омӯзиш, яъне истифодаи усулҳои навини интерактиви таълимӣ, гузаронидани корҳои лаборатории озмоишӣ ва таълимӣ, истифодаи дастовардҳои навини технологияи компютерӣ дар равиши машғулиятҳо алоқаманд аст. Ин барои донишҷӯён- васеъсозии муҳими имкониятҳои корҳои мутақиллонаи лабораторӣ – гузаронидани таҷрибаи озмоишӣ ва саривақт санҷидани донишҳои гирифтаи онҳоро медиҳад, яъне қорбарии донишҷӯён дар речаи фаъоли интерактивӣ мебошад.

Барои омӯзгор бошад-ин афзудани вақти муошират бо донишҷӯён, ки махсусан муҳим – дар речаи мувоҳида, на балки монолог (гуфтори муфассали мавзӯ) дар машғулиятҳои лексионӣ аст, вай имконияти гузаронидани машғулиятҳои амалӣ ва лаборатории фанниро дар шакли интерактиви фаъол медиҳад.

Электроника предмети асосии фаннӣ барои ихтисосҳои муҳандиси соҳаи энергетикӣ, муҳандиси соҳаи радиоэлектронӣ, муҳандиси соҳаи электроникаи тиббӣ, системаҳои телекоммуникатсионӣ ва ғайра ҳисоб меёбад ва дар алоқа



бо ҷоришавии самараноки технологияҳои иттилоотӣ, коммуникатсионӣ бо рушди босуръати технологӣ ҳалли масъалаҳои нақшаи таълимӣ, таркиб ва мӯҳтавои фаннии таҳассусиро талаб мекунад. Имрӯзҳо ҳамаи самтҳои истехсолот ба омода намудани мутахассисони ҳаматарафа инкишофёфта, ки қобилияти мустақилона корбарӣ дошта, бомаҳорат дар шароитҳои тағъирёфта амал мекунанд ва онҳо бояд эҳтиёҷот барои такмилёбии пайвастаи донишу маҳорати худ ниёз доранд.

Бо захираҳои электронии таълимии иттилоотӣ бо маънои умумӣ – маҷмуи воситаҳои барномавӣ, иттилоотӣ, таъминоти техникӣ ва ташкилӣ, нашриётҳои электронӣ, ки дар барандагони мошиҳои ҳисоббарор юа мисли компютерҳои фардӣ ё дар шабакаҳои Интернетӣ ҷойгир карда мешавад. Аксаран ҳолатҳо барои ҷудокунии ин зермаҷмуи захираҳои электронии таълимии иттилоотӣ онҳоро захираҳои рақамии таълимотӣ меноманд дар он компютер усулҳои коркарди рақамии сабт-корбариро истифода мебаранд.

Захираҳои рақамии таълимотӣ-ин ифодасозӣ дар шакли рақамӣ расмҳо, нақшаҳо, диаграммаҳо, видеофрагментҳо, моделҳои статикӣ ва динамикӣ, объектҳои реалии виртуалӣ ва моделсозии интерактивӣ, маводҳои картографикӣ, сабти садоӣ, объектҳои аломатҳо ва графикаи муҳандисӣ, ҳуҷҷатҳои матнӣ ва дигар маводҳои таълимӣ, ки барои ташкили раванди таълим зарурбуда мебошад. Ҳамин тариқ, захираҳои рақамии таълимотӣ иштироки фаъолонаи муҳассилинро дар раванди истифода ва коркарди захираҳои рақамӣ дида мебарояд ва маснуоти мултимедиаи интерактивии пуррашуда ҳисоб меёбад, ки барои ба дастовардани мақсадҳои дидактивӣ ё ҳалли вазифаҳои алоҳидаи раванди таълими муҳандисон равона карда шудааст.

Хеле паҳншуда усулҳои муосир ва самаранок барои ташаккули захираҳои электронии таълимии иттилоотӣ ва коркарди он дар компютер мегузаранд, ки бояд дар ҳар як синфхонаҳои машғулияти мавҷудияти дастрасӣ ба захираҳои электронии донишгоҳҳо зарурият дорад. Истифодаи қулаи захираҳои электронии таълимии иттилоотӣ ва захираҳои рақамии таълимотӣ имконияти ихтисори вақтро ба омодашавӣ ба машғулиятҳо ҳам барои донишҷӯён ва ҳам барои омӯзгор мебахшад.

Афзалияти муҳими захираҳои электронии таълимии иттилоотӣ дар айни замон аз он иборат аст, ки онҳо таъсири фардии муайяншударо таъмин месозад. Бо истифодаи системаи мултимедиаи модулии таълимотӣ омӯзгор метавонад алоқаҳои байнифаннӣ истифода барад, курсҳои муаллифӣ хусусии таълимӣ ва барномаҳои фардии таълимотиро ҳам барои донишҷӯёни таҳсилоти рӯзона ва ҳам ғоибона коркард намояд, дар муҳити таълимӣ дар донишгоҳҳо таҳсилоти дистансиониро ҷорӣ намояд.



Барои формати таҳсилоти дистансионӣ омӯзгор бояд дастурамалҳои методи худ, саволномаҳои тестӣ ва шифоҳӣ, комплекти маводҳои лекциониро аз нав коркард ва такмил диҳад. Мутахассисони соҳа аз болои сифати саводнокӣ дар раванди системаи дистансионии хониш назорат мебаранд, пурра раванди таълимро месанҷанд, яъне таҳсилоти дистансионӣ бо як қатор мазмун қисми захираҳои электронии таълимии иттилоотӣ ҳисоб меёбад.

Таҳсилоти дистансионӣ аҳамияти муҳимро дар раванди таълимӣ гирифта истодааст, ки вай афзудани имкониятҳои омӯзиши предметҳои тахассусӣ ва ҳам саводнокии донишҷӯёро дар таҳсили дистансионӣ медиҳад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар Конститусияи ҚТ ҳуқуқи таҳсил барои ҳар як шаҳрванд кафолат дода мешавад, бо мақсади иҷроиши ин қонун захираҳои электронии таълимӣ ва захираҳои иттилоотӣ дар раванди таълим дар донишгоҳҳои олии барои тайёр намудани мутахассисони баландхатисос, аз он ҷумла муҳандисони соҳаҳои гуногун барои таъмини кадрҳо дар саноатикунонии кишварамон – Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода бурда мешавад.

Рӯйхати адабиётҳо

1. Конституция (Сарқонуни) Ҷумҳурии Тоҷикистон - 6 ноябри соли 1994 дар райъпурсии умумихалқӣ қабул карда шуд. 26 сентябри соли 1999 ва 22 июни соли 2003 ба тариқи райъпурсии умумихалқӣ ба он тағйиру иловаҳо ворид карда шудаанд;

2. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи маориф» аз соли 1993, таҳрири нав аз 17 майи соли 2004;

3. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи таҳсилоти олии касбӣ ва таҳсилоти баъд аз муассисаи олии таълимӣ» аз 8 декабри соли 2003;

4. Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 23 феввали соли 1996 №96 «Дар бораи тасдиқ намудани Стандарти давлатии таҳсилоти олии касбии Ҷумҳурии Тоҷикистон»;

5. Осин А.В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения в вопросах и ответах. URL: http://www.ict.edu.ru/ft/005823/EOR_NP_v_voprosah_i_otvetah-1.pdf (дата обращения: 20.10.2022)



УДК 62-05

Каландаров Х.У.

РОЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического института имени академика М.С. Осими
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел.: 92-750-15-56; e-mail: huseinjon.86@mail.ru

Комплексное влияние инженерного труда на эффективность производства зависит от роли инженерных кадров на промышленных предприятиях. На предприятиях, производственные процессы, можно рассматривать с точки зрения:

- 1) количество используемых материальных элементов;
- 2) качество используемых материальных элементов производства.

На рисунке 1 приведена диаграмма соотношения производственного процесса в зависимости от сферы производства. Увеличивать выпуск продукции и снижать затраты на её изготовление за счёт количественной стороны означает сокращение потери рабочего времени, повышение загрузки имеющей техники, снижение отходов и потерь сырья и материалов.

Качественная сторона означает повышение эффективности за счёт снижения трудоёмкости, фондоёмкости и материалоёмкости производства, обеспечиваемых совершенствованием его технической базы, применением прогрессивных материалов, ростом культурно-технического уровня трудящихся.

Соотношение между количественной и качественной сторонами развития производства непрерывно изменяется. Творческая, созидательная деятельность участников общественного производства ведёт к постоянному и неуклонному увеличению доли продукта, получаемого на основе качественного совершенствования элементов производства.

Творческий характер инженерного труда проявляется прежде всего в реализации качественных факторов. Именно через них в первую очередь инженерный труд влияет на эффективность общественного производства. Однако это не снижает роли и количественных факторов. Количественные и качественные факторы роста и совершенствования производства взаимосвязаны. Например, внедрение в производство нового, прогрессивного оборудования обычно повышает пропускную способность линий, участков,



цехов. Однако несинхронность в загрузке оборудования обуславливает появление новизны количественных резервов на других операциях или участках производства. Эти и другие проблемы постоянно находятся в поле зрения инженерно-технического работника (ИТР), роль которых в их решении становится всё более плодотворной. Высокая профессиональная подготовка специалистов, широкая эрудиция в области науки и техники, чувство долга и ответственности перед обществом за вклад в общее дело стали неотъемлемыми чертами инженерной деятельности.



Рисунок 1. Основные факторы повышения эффективности инженерного труда

Комплексное воздействие инженерного труда на эффективность общественного производства, в общем виде, может быть прослежено по следующим направлениям: использование рабочего времени, качество инженерных разработок, сроки их осуществления, эффективность принятых решений. На рисунке 2 приведены основные направления воздействия инженерного труда на эффективность производства. Первые два направления касаются прежде всего каждого работника, два других – инженерных коллективов в целом.

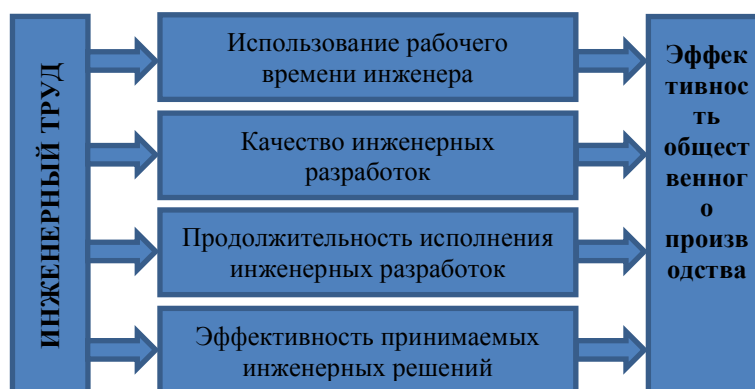


Рисунок 2. Основные направления воздействия инженерного труда на эффективность производства

На ежегодный рост общественного производства влияет наука и техника. Именно поэтому наблюдается растущий интерес к производительности и эффективности труда инженеров и техников, являющегося частицей совместной деятельности, направленной на производство труда.

Результатом труда ИТР могут быть идеи, чертежи, инструкции и т.п. В любой её комбинации количество этой продукции, созданной инженером и техником, определяет производительность их собственного труда. Однако непосредственно в создании конечного продукта ИТР не участвуют, хотя и оказывают прямое влияние на производительность труда коллектива через техническое оснащение производства, технологические процессы, организацию производства и труда. Следовательно, значимость инженерного труда определяется не только его производительностью. В этом смысле для оценки труда инженера больше подходит термин “эффективность” [1].

Понятие «эффективность инженерного труда» имеет более широкий смысл. Оно охватывает как производительность непосредственно инженерного труда коллектива, так и его влияние на производительность труда коллектива, на фондоёмкость и материалоёмкость производства, на производительность труда и затраты в сфере использования изготовленной продукции. Таким образом, обобщающим критерием эффективности инженерного труда выступает его вклад в общее повышение эффективности производства.

Значение эффективности инженерного труда чрезвычайно велико. Достаточно сказать, что рост производительности труда, снижение фондоёмкости и материалоёмкости производства в настоящее время зависят в основном от внедрения в производство научно-технических достижений.

С ростом технической оснащённости производства доля инженерного труда в общей трудоёмкости общественного производства непрерывно возрастает. Инженерный труд применяется на всех участках производства. В



таблице 1 приведено распределение инженерно-технических работников по участкам производства на примере машиностроения.

Таблица 1. Распределение инженерно-технических работников по участкам производства на примере машиностроения

Участок работы ИТР	Удельный вес специалистов в общей численности ИТР, %
Основное производство	31-32
Управление производством	20-22
Техническая подготовка производства	20-22
Обслуживание основного производства	16-17
Прочие участки производства	7-8

Несмотря на все различные функции и задачи ИТР, их рабочий день можно оценить общим критерием – уровнем рационального использования рабочего времени. Повышение производительности инженерного труда выражается в сокращении затрат времени на единицу собственно инженерной продукции и зависит прежде всего от уровня организации инженерного труда, его нормирования, обеспечения благоприятных условий для творчества, применения механизации и средств оргтехники, а также совершенствования технологии инженерных работ.

Список литературы

1. Инженерный труд в социалистическом обществе. Под ред. А.К. Ташева. – М.: Мысль, 1978. – 320 с.
2. Оценка системы подготовки инженерно-технических кадров: материалы комплексного исследования потребностей крупнейших региональных работодателей. Под общ. ред. Банниковой Л.Н. – Екатеринбург: УрФУ, 2016. ООО «Издательский Дом «Ажур» 2016. – 272 с.
3. Белоусова, Н.С. Психология труда, инженерная психология и эргономика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : в 2 ч. Ч. 2 / Н. С. Белоусова ; Урал. гос. пед. ун-т. – Электрон. дан. – Екатеринбург : [б. и.], 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).



УДК 621.3.013(078.5)

Мирхаликова Д.С.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОГРАММАХ ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического института имени академика М.С. Осими
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226
Тел.: +992926061802, e-mail: mirkhalikova.d@mail.ru

Электрическая цепь – это совокупность устройств и объектов, для прохождения электрического тока. Для расчета простых электрических цепей целесообразно использовать основные законы электрических цепей, а если необходимо рассчитать сложную цепь надо использовать какие-то методы расчета. Один из таких методов расчета электрических цепей метод контурных токов. Для этого необходимо составляют уравнение, только по второму закону Кирхгофа, но не для действительных, а для воображаемых токов, циркулирующих по замкнутым контурам, т.е. в случае выбора главных контуров равных токам ветвей связи. Число уравнений равно числу независимых контуров, т.е. числу ветвей связи графа $c = n - m + 1$ Первый закон Кирхгофа выполняется автоматически. Контур можно выбирать произвольно, лишь бы их число было равно c и чтобы каждый новый контур содержал хотя бы одну ветвь, не входящую в предыдущие. Такие контуры называются **независимыми**. Их выбор облегчает использование топологических понятий дерева и ветвей связи.

Направления истинных и контурных токов выбираются произвольно. Выбор положительных направлений перед началом расчета может не определять действительные направления токов в цепи. Если в результате расчета какой-либо из токов, как и при использовании уравнений по законам Кирхгофа, получится со знаком “-”, это означает, что его истинное направление противоположно.

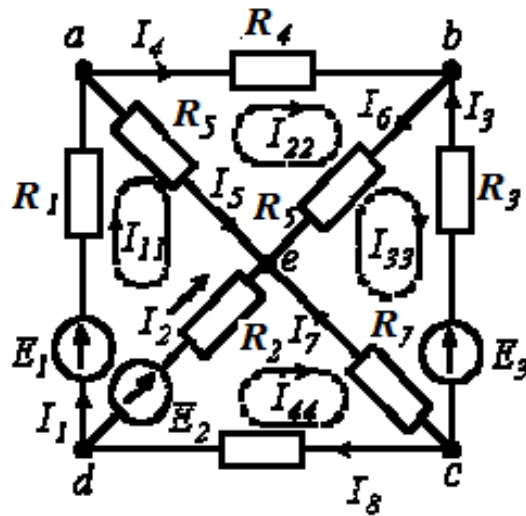


Рис. 1. Сложная электрическая цепь

Пусть имеем схему по рис. 1.

Выразим токи ветвей через контурные токи:

$$I_1 = I_{11}; I_2 = I_{44} - I_{11}; I_3 = -I_{33};$$

$$I_4 = I_{22}; I_5 = I_{11} - I_{22}; I_6 = I_{22} - I_{33};$$

$$I_7 = I_{33} - I_{44}; I_8 = I_{44}.$$

Обойдя контур $aeda$, по второму закону Кирхгофа имеем

$$R_1 I_1 + R_5 I_5 - R_2 I_2 = E_1 - E_2.$$

Поскольку $I_1 = I_{11}; I_5 = I_{11} - I_{22}; I_4 = I_{22}$.

то

$$(R_1 + R_2 + R_5) I_{11} - R_5 I_{22} + 0 \cdot I_{33} - R_2 I_{44} = E_1 - E_2.$$

Таким образом, получили уравнение для первого контура относительно контурных токов. Аналогично можно составить уравнения для второго, третьего и четвертого контуров:

$$-R_5 I_{11} + (R_5 + R_4 + R_6) I_{22} - R_6 \cdot I_{33} - 0 \cdot I_{44} = 0;$$



$$0 \cdot I_{11} - R_6 I_{22} + (R_6 + R_3 + R_7) I_{33} - R_7 \cdot I_{44} = -E_3;$$

$$-R_2 I_{11} + 0 \cdot I_{22} - R_7 \cdot I_{33} + (R_7 + R_2 + R_8) I_{44} = E_2,$$

совместно с первым решить их относительно контурных токов и затем по уравнениям, связывающим контурные токи и токи ветвей, найти последние.

Однако данная система уравнений может быть составлена формальным путем:

$$R_{11} I_{11} - R_{12} I_{22} - R_{13} I_{33} - R_{14} I_{44} = E_{11}.$$

$$-R_{21} I_{11} + R_{22} I_{22} - R_{23} \cdot I_{33} - R_{24} I_{44} = E_{22};$$

$$-R_{31} I_{11} - R_{32} I_{22} + R_{33} \cdot I_{33} - R_{34} I_{44} = E_{33};$$

$$-R_{41} I_{11} - R_{42} I_{22} - R_{43} \cdot I_{33} + R_{44} I_{44} = E_{44}.$$

При составлении уравнений необходимо помнить следующее:

R_{ii} - сумма сопротивлений, входящих в i -й контур;

R_{ij} - сумма сопротивлений, общих для i -го и k -го контуров, причем $R_{ik} = R_{ki}$;

члены на главной диагонали всегда пишутся со знаком “+”;

знак “+” перед остальными членами ставится в случае, если через общее сопротивление R_{ik} i -й и k -й контурные токи проходят в одном направлении, в

противном случае ставится знак “-”;

если i -й и k -й контуры не имеют общих сопротивлений, то $R_{ik} = 0$;

в правой части уравнений записывается алгебраическая сумма ЭДС, входящих в контур: со знаком “+”, если направление ЭДС совпадает с выбранным направлением контурного тока, и “-”, если не совпадает.

В нашем случае, для первого уравнения системы, имеем:

$$R_{11} = R_1 + R_2 + R_5; R_{12} = R_5; R_{13} = 0; R_{14} = R_2; E_{11} = E_1 - E_2.$$



Следует обратить внимание на то, что, поскольку $R_{ik} = R_{ki}$, коэффициенты контурных уравнений всегда симметричны относительно главной диагонали.

Если в цепи содержатся помимо источников ЭДС источники тока, то они учитываются в левых частях уравнений как известные контурные токи: k -й контурный ток, проходящий через ветвь с k -м источником тока равен этому току $I_{kk} = J_k$.

Для определение этих искомым величин уравнения используем методом Лапласа:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = a_{11} \cdot \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} - a_{12} \cdot \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} +$$
$$+ a_{13} \cdot \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{44} \end{vmatrix} - a_{14} \cdot \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix}.$$

Необходимо ещё 3 такую матрицу решать для искомой величины. Соответственно такая задача очень трудоемкая и занимает много времени. Такую матрицу можно быстро и легко рассчитать с помощью программного обеспечение Excel. Необходимо вести числовые значение в матрицу и пустую ячейку ставить равенство с помощью математической функции выбрать «МОПРЕД», затем выделить все части матрицы. Такое действие необходимо выполнить ещё 3 раза, для нахождения искомой величины.

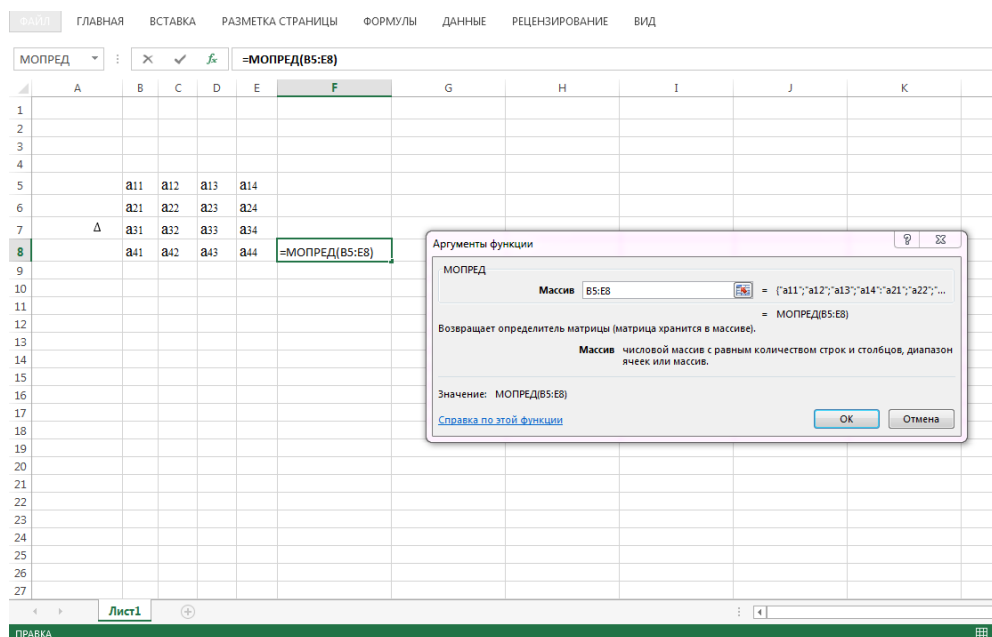


Рис.2. Определение матрицы 4-го порядка в программе Excel

На рис.3 показана расчет токов ветвей заданной сложной электрической цепи рис.1 в программе Excel с помощью составленного уравнения методом контурного тока. После нахождения контурных токов, выразим токи ветвей заданной электрической цепи .



	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	E1	E2	E3		
1													
2		10	15	25	12	8	25	30	16	12	8	6	
3													
4			33	-8	0	-15							
5	Δ		-8	45	-25	0						I_1	0,218203 A
6			0	-25	80	-30						I_2	-0,02848 A
7			-15	0	-30	61	3548080					I_3	-0,01001 A
8								I_{11}	0,218203			I_4	0,044351 A
9			4	-8	0	-15						I_5	0,173852 A
10	Δa_{11}		0	45	-25	0		I_{22}	0,044351			I_6	0,034344 A
11			-6	-25	80	-30						I_7	-0,17972 A
12			8	0	-30	61	774200	I_{33}	0,010007			I_8	0,189725 A
13													
14	Δa_{22}		33	4	0	-15		I_{44}	0,189725				
15			-8	0	-25	0							
16			0	-6	80	-30							
17			-15	8	-30	61	157360						
18													
19			33	-8	4	-15							
20	Δa_{33}		-8	45	0	0							
21			0	-25	-6	-30							
22			-15	0	8	61	35504						
23													
24			33	-8	0	4							
25	Δa_{44}		-8	45	-25	0							
26			0	-25	80	-6							
27			-15	0	-30	8	673160						
28													

Рис. 3. Пример расчета методом контурных токов на программе Excel

По программе Excel рассчитали токи всех ветвей заданной электрической цепи, которая составлено уравнение выше согласно методу контурных токов. Таким образом в итоге расчёта мы находим токи ветвей, как сумму контурных токов. Так как, мы выбираем произвольное направление токов в ветвях знак минус в значениях тока ветвей означает, что действительное направление токов направлено противоположена. Правильность найденных значений можно проверить с помощью системы схемотехнического моделирования Multisim.

Multisim предназначена для моделирования и анализа электрических схем. Multisim- электронная лаборатория, позволяет сделать изучение электрических схем более доступным. Особенностью программы Multisim является наличие виртуальны измерительных приборов, имитирующих реальные аналоги. В состав Multisim входят эффективные средства графической обработки результатов моделирования. Другая важная особенность программы заключается в том, что Multisim поддерживает взаимодействие с графической



средой LabVIEW, предназначенной для разработки программно-аппаратных средств измерения и управления.

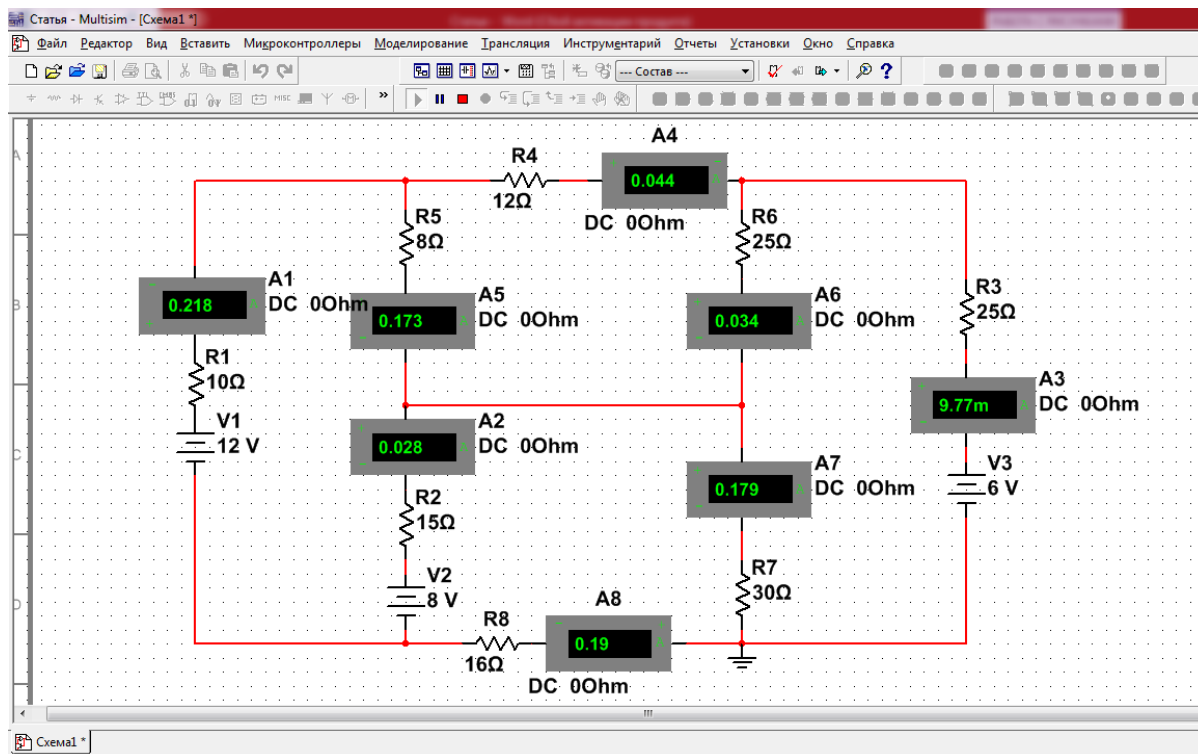


Рис.4. Сложная электрическая цепь в программе Multisim заданное на рис.1

На рис.4 показан собранная модель электрической цепи, заданной на рис.1. Показание амперметров «А» всех ветвей от одного до восьми равно ценно к току ветвей. Сравняя расчетный и моделирование показатели можно удовлетворится об правильности значения. Сравнения числовых значения приведем в таблицу 1.

Таблица 1. Сравнения числовых значения токов

№	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8
	А							
Расчетный метод	0,218	0,028	0,010	0,044	0,173	0,034	0,179	0,189
По программе Multisim	0,218	0,028	9,77 мА \approx 0,00977	0,044	0,173	0,034	0,179	0,190

Основным положительным качеством метода контурных токов по сравнению с вычислениями по законам Кирхгофа, является значительно меньшее количество уравнений, используемых для вычислений. Реальные токи ветвей не



всегда удастся определить быстро и с высокой точностью. Правильность числовых и точность искомых величин нам покажет программное обеспечение Multisim. При помощи данной программы можно облегчить понимание основ электротехники и углубить свои знания в проектировании схем. Компонентная база программы состоит из огромного количества элементов. Разнообразие подключаемых к схеме виртуальных приборов Multisim позволяет быстро увидеть результат с помощью имитации реальных событий.

Литература

1. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи: Учебник для электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов. / Бессонов Л.А. - М.: Высш.школа, 2006. – 528 с.
2. Асосҳои назарияи электротехника. Қисми I. Занҷирҳои электрии хатӣ, китоби дарсӣ барои бакалаврҳо. О.С. Раҳимов, М.И.Тошхӯчаева, Д.С. Мирхолиқова. –Хучанд: ДПДТТ, 2020. - 532 с.
3. Сборник задач и упражнений по ТОЭ/под ред. П.А. Ионкин. - М.: Энергоиздат, 1982. - 766 с.

Рахимов О.С., Холмуродов Ш.А.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Худжандский политехнический институт
Таджикского технического института имени академика М.С. Осими
735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, пр. И. Сомони 226

1. Необходимость непрерывного повышения квалификации кадров

Современный мир развивается с такой скоростью, что не все его составляющие могут за ним успевать. Так, например сфера образования: начав учиться на определенную профессию, спустя 5 лет, когда придет время получать диплом, актуальность этой профессии может упасть или же она сама модернизируется. Именно для этого существуют курсы повышения квалификации

Кроме того, для повышения конкурентоспособности на рынке труда профессионал любого уровня и специалист должен постоянно улучшать свои теоретические знания, приобретать и шлифовать уже полученные навыки.



Рынок труда диктует жёсткие требования к настоящей действительности. Человеческие ресурсы, как известно, – основа экономики. И чем грамотнее и профессиональнее специалисты, тем эффективнее производство, тем качественнее работает вся организационная структура.

Курсы повышения квалификации – оптимальное решение проблемы. На сегодняшний день это весьма актуально, человек может не только повысить свой профессиональный уровень, но и приобрести качественно новые знания в другой сфере деятельности, реализовав свой потенциал. Услугами курсов повышения квалификации могут воспользоваться люди любых профессий: инженерам, менеджеры и педагогические работники, сотрудники сферы услуг, различные рабочие. Именно обучение становится основополагающим фактором, который в дальнейшем позволит сотруднику получить специальные знания и навыки.

Пройдя курсы повышения квалификации, каждый работник повышает свой технический уровень, и приближает свою квалификацию к профессиональному специалисту. При этом, он может не только находиться в курсе современных разработок, но и претендовать на повышение по карьерной лестнице.

Эффективность прохождения курсов повышения квалификации оценивается реальным применением полученных знаний на практике. Ведь именно тогда будет понятно, помогли курсы повышения квалификации и насколько они были эффективны.

2. Существующие проблемы повышения кадров в электроэнергетической отрасли

Предприятия электроэнергетической отрасли, в вопросах прохождения повышения квалификации кадров, обладают отличительной особенностью, заключающееся в том, что этот вопрос необходимо решать дифференцированно, т.е. необходимо различит уровень квалификации технического, инженерно-технического и управленческого персонала и в зависимости от этого организовать ту или иную форму повышения квалификации.

В настоящее время на предприятиях электроэнергетической отрасли официально отсутствует служба по организации и проведению повышения квалификации инженерно – технического персонала, что осложняет решение поставленной задачи.

В период советской власти эта задача была организована по вертикали, т.е.:



- для обучения технического персонала существовали учебные классы, в которых специалисты высокой квалификации проводили занятия по разработанным учебным программам. Кроме того, в те времена была развита наставничество, т.е. специалисты с большим трудовым стажем и опытом становились наставниками молодого поколения по освоению новой техники.

- для инженерно технического персонала существовали следующие формы повышения квалификации:

а) после окончания технического вуза молодой специалист по месту распределения проходил годичную стажировку под руководством опытного инженера-специалиста соответствующей отрасли;

б) после двух-трех лет работы по специальности молодой инженер проходил теоретическую и производственную практику на одном из ведущих предприятий и организации отрасли по освоению новой техники;

в) участие молодых специалистов в различных конкурсах республиканского и союзного значения, а также непрерывное ознакомление с периодической печати (журналы Техника молодежи, Знание и сила, Наука и жизнь, Изобретатель и рационализатор и др.) и изучение новой техники.

Однако, вопросы прохождения повышения квалификации выпускников технических вузов встречаются следующими трудностями:

а) после окончания вуза основная часть выпускников (в основном, обучающиеся на договорных условиях) должны, сами себе находят место работы. Производственные предприятия принимают на работу специалистов со 3- 5 летним стажем практической работы по специальности, т.е. готовых специалистов с дипломом вуза. Получается замкнутый круг, выпускник не может, трудоустроится в связи с тем, что он не имеет стажа практической работы по специальности;

б) если на предприятиях электроэнергетической отрасли, еще по инерции существуют какие-то формальные курсы по изучению техники безопасности и новой техники, то на предприятиях различных отраслей промышленности, молодому специалисту нет место, т.к. у него отсутствует практические навыки и стажа работы. Причем, вопрос о наставничестве, не может быть и речи, т.к. здесь вопрос больше о не преемственности подготовки кадров, а о конкуренции на рабочее место;

Необходимо отметить, что к вышеназванным трудностям также можно отнести вопрос организации и проведения практики на реальных промышленных предприятиях. Во-первых, не все предприятия принимают студентов на практику, при этом если принимают то по 2-3 человека, т.к. предприятия небольшие и в них отсутствуют квалифицированные кадры по соответствующей специальности. Во-вторых, в кредитной системе обучения



сроки и графики прохождения практик так построено так, что студенту в неделю один день посвящается для прохождения практики, что противоречит интересам предприятий. В третьих, переход промышленных предприятий на рыночную экономику и реструктуризация управленческого аппарата, приводит к тому, что на подготовку перспективных молодых кадров не хотят затрачивать время и средства. Мы считаем это недальновидно.

3. Предложения по улучшению качества и эффективности повышения квалификации кадров

Если предприятия электроэнергетической отрасли, в действительности хотят готовить себе квалифицированных инженерно-технических кадров, которые могли бы в перспективе:

- поднять уровень технической эксплуатации оборудования и культуры обслуживания;

- обеспечить высокую эффективность, режимов работы отдельных элементов системы электроснабжения;

- внедрять современную технику и технологию, а также автоматизировать процессов эксплуатации и управления оборудованием и др., то на наш взгляд необходимо дифференцированно и технически грамотно организовать процесс повышения квалификации кадров, в следующей последовательности:

А. Для технического персонала, с среднетехническим образованием, повышение квалификации могут быть организованы в следующих формах:

- ежедневная практическая работа со специалистом высокой квалификации на рабочем месте и ознакомление с периодической технической литературой издаваемым в стране и за рубежом;

- организация различных кружков и курсов по освоению новой техники и технологии на предприятии;

- участие в различных конкурсах по проверки сноровки и квалификации технического персонала, а также уровня знаний по техники безопасности при выполнении работ.

Б. Для инженерно-технического персонала, с высшим образованием повышение квалификации могут быть организованы в следующих формах:

- практическая работа по эксплуатации электрооборудования электрических сетей и подстанций, выявление уровня надежности работы оборудования, путем организации и проведения планово-предупредительных ремонтов (ППР), детальный анализ причин аварийных ситуаций и установление факторов приведших к аварийному режиму;

- непрерывное изучение периодической научно-технической литературы, директивной и нормативной документации по современному оборудованию,



организация диспутов в отделе по конкретной перспективной тематике и внедрения новой техники и технологии;

- прохождение двух-трех месячных курсов повышения квалификации на передовом предприятии или организации, где эксплуатируются современное автоматизированное оборудование или разрабатываются новая техника и технология;

В. Для управленческого персонала, имеющего большой стаж работы, на предприятиях электроэнергетической отрасли, повышение квалификации могут быть организованы в следующих формах:

- участие в республиканских и международных форумах, конференциях по перспективным технологиям, внедрения современной техники и нетрадиционных источников энергии;

- участие в региональных конференциях по обмену опытом по эксплуатации новой техники и оценки их эффективности;

- непрерывное ознакомление, с периодической литературой, в интернете с развитием техники и технологии в отрасли.

Таким образом, на наш взгляд, практическая реализация предложенной схемы повышения квалификации технической, инженерно-технической и управленческого персонала позволит достигать, поставленные цели современного предприятия.

Рахимов О.С., Тошхӯчаева М.И.

**МУАММОҲОИ ТАЙЁР НАМУДАНИ КАДРҲОИ МУҲАНДИСӢ
ДАР СИСТЕМАИ ТАҲСИЛОТИ ОЛИИ КАСБӢ ДАР СОҲАИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ВА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд, х. И. Сомони 226

Муҳандиси муосир имрӯз бояд мутахассиси маълумоти олий дошта, ки шахси ихтироъкор ва навоар, дар соҳаи ихтисоси интиҳоб карда худ буда, фаъолияти он бо эҷод ва офаридани лоиҳаҳо, сохтҳои автоматонидашуда, иштироки бевосита дар марҳилаҳои ташкил ва истифодабарии равандҳои технологӣ дар истехсолот, гузаронидани назорат, санҷиш, корҳои таъмири ва азнавкунии таҷҳизот, инчунин тайёр намудани ҳуҷҷатҳои техникӣ мебошад. Фаъолияти муҳандисӣ, бевосита бо соҳаи техника ва технология алоқаманд



буда, дар он татбиқи техникий илм ба бавучудоварии техникаи нав ва қонеъкунонии талабот техникий ҷамъият равона карда шудааст.

Аз талаботҳои дар боло овардашуда бармеояд, ки муҳандиси муосир бояд дорои дониши мукаммали математикӣ, физикавӣ, илмҳои техникӣ буда, доираи назари васеи техникӣ, малакаи амалисозии ғояҳо (идеяҳо) ва техникаи нав дошта бошад. Ҳалли ин масъалаҳо, дар замони муосир, боз мушкилтар гардида истодаанд, чунки дифференсиатсия ва интегратсияи илмҳои техникӣ бавучуд омада истодааст. Ин ҳолат аз муҳандис талаб мекунад, ки ӯ бояд дорои қобилияти дар коллектив кор намуданро дошта бошад, чунки бавучуд овардани техникаи нав, бо амали гурӯҳи мутахассисони самтҳо ва илмҳои гуногун алоқаманд мебошад.

Аз дигар тараф имрӯз дар инкишофи техника ва технология инқилоби технологӣ мушоҳида карда шуда истодааст, яъне амалан, дар давоми 5 – 7 сол технологияи ҷой дошта бесамар шуда, ба ҷойи он технологияҳои нав ва аз ҷиҳати иқтисоди самаранок дар истехсолот ворид шуда истодаанд. Ба ғайр аз ин, солҳои охир миқдори иттилоотӣ техникӣ суръатнок афзуда, қабул, коркард ва истифодаи он аз муҳандис қобилиятҳои хусусиро талаб менамояд.

Дар шароити бозори иқтисодӣ қариб ҳамаи ИДМ (ба ғайр аз Белоруссия), аз он ҷумла Ҷумҳурии Тоҷикистон ба системаи бисёрзинавии маълумоти олиии касбӣ гузаштанд. Бакалаврият яқум зинаи маълумоти олиии касбӣ буда, магистратура зинаи дуввум ва PhD докторантура зинаи саввум ба ҳисоб меравад. Дар амал тахассуси бакалавр ба хатмкунандаи техникум, ки дорои маълумоти миёнаи касбӣ мебошад, мувофиқ буда, аз нуқтаи назари мӯҳлати таҳсил қариб якхела, лекин аз ҷиҳати мазмун ва мундариҷаи таҳсилот куллан фарқ мекунанд. Яке аз бартарии техникум дар он мебошад, ки мӯҳлати таҷрибаомӯзии амалӣ дар корхонаҳои саноатӣ аз нимсол зиёд буда, дар ин марҳила хатмкунанда ба малакаҳои кофӣ мустақилона кор кардан соҳиб мешавад, бакалавр бошад ин хел имконият надорад, лекин ӯ муҳандис ба ҳисоб меравад. Дараҷаи магистри техника ва технология ба хатмкунандаи донишкада ва донишгоҳҳои маълумоти олиии касби тахассуси муҳандис мувофиқат менамояд. Лекин, агар ба стандарти давлатии таҳсилоти олии касбии тахассуси магистр нигарем, талабот дар он аз талаботи аспирантура ҳам қавитар мебошад. Бо вучуди ин ҳарду зина маълумоти олии ба ҳисоб меравад, лекин дар ягон ҳуҷҷати меъёрӣ нишон дода нашудааст, ки бакалавр “муҳандиси хурд” буда, магистри техника ва технология “муҳандис” ба ҳисоб рафта, ҳангоми ба кор қабул намудан дар корхонаҳо ягон фарқият дошта бошад.

Аз сабаби он, ки дар шароити бозори иқтисодӣ миқдори умумии фанҳо ва соатҳои ба фанҳои риёзӣ-табии ва техникӣ ҷудо кардашаванда торафт кам шуда, азхудкунии боқимонда фанҳо ба ӯҳдаи донишҷӯ гузошта шуда истодааст,



амалисозии ин масъалаҳо бо сатҳи донишу малакаи амалии хатмкунандагони мактабҳои таҳсилоти миёна алоқаманд аст.

Таҳлили дониши хатмкунандагони мактабҳои таҳсилоти миёна ва хатмкунандагони як қатор донишкада ва донишгоҳҳои техникӣ, дар якҷанд соли охир нишон медиҳад, ба ҳисоби миёна онҳо тамоюл ба пастшавӣ доранд. Санҷиши сатҳи дониш ва фаҳмиши мафҳумҳои асосӣ аз математика, физика ва дигар фанҳои табиӣ, нишон дод, ки онҳо ба талаботи замон ҷавобгӯ намебошанд. Ба ақидаи мо ин ҳолат бо чунин омилҳо алоқаманд мебошад:

- қисми зиёди муаллимони мактабҳои таҳсилоти миёна хатмкунандагони донишкада ва донишгоҳҳои педагогии давраи пас аз ҷанги шаҳрвандӣ буда, дар он вақт талабот ба хатмкунандагон нисбатан баланд набуд. Ин ҳолат, ба ақидаи мо, бо он оварда расонид, ки аксари муаллимон, ба ҳисоби миёна, вазифаи асосии худро дуввумдараҷа ҳисобида истодаанд. Ин боиси пастшавии сатҳи донишу малакаҳои талабагон мебошад. Қобили зикр аст, қисми нисбатан ночизи муаллимон, ки дараҷаи кофӣ ва баланди педагогӣ дошта, таҳассуси онҳо ба талаботи замон ҷавобгӯ мебошад, аксаран дар мактабҳои хусусии моҳонашон баланд фаъолият мебаранд ва фоизи зиёди хатмкунандагони ин мактабҳо, аллакай аз синфҳои 8 – 10 барои дохил шудан ба донишкадаҳои давлатҳои Европа ва Россия тайёри мебинанд ва дохил шуда истодаанд.

- шиносӣ бо мундариҷаи китобҳои дарсӣ аз фанҳои математика, физика ва як қатор дигар фанҳо нишон дод, ки қисми зиёди китобҳо (асосан, маҷмӯи мисолу масъалаҳо) тарҷумаи бевоситаро ташкил дода, фаҳмиши мазмуни масъалаҳоро хело душвор месозад, ба ғайр аз ин ҳалли масъалаҳо бидуни маънидодкунии натиҷаи ҳосил гардида мебошанд. Дар мактабҳои хусусӣ ва давлатӣ сатҳи донишу малакаҳои талабагони мактабҳои таҳсилоти миёна куллан фарқ менамоянд. Шиносӣ бо китоби дарсӣ аз фанни ҳуқуқ нишон медиҳад, ки он фақат маҷмӯи қоида ва қонунҳо иборат буда, омӯзиш ва фаҳмиши фанро мушкил месозад;

- ба донишкадаҳои техникӣ, асосан, хатмкунандагони мактабҳои таҳсилоти миёнаи ноҳияҳои кишоварзӣ дохил мешаванд, ки забони русиро дар сатҳи лозима азхуд накардаанд, ҳол он ки аксари китобҳои дарсии фанҳои техникӣ дар донишкада ва донишгоҳҳо бо забони русӣ аз нашр бароварда шудаанд.

Яке аз муаммоҳои дар соҳаи электроэнергетика ва электротехника ҷой дошта аз он иборат аст, ки истилоҳҳои техникий таҳассусӣ, ки аз тарафи кумитаи забон ва истилоҳот тасдиқ карда шуда, барои истифода ба ҳама муассисаҳо, ташкилотҳо, донишкадаҳо ва ғайра тавсия шуда бошанд, вучуд надоранд. Ин ҳолат ба он овардааст, масалан, барои ихтисоси 430103, ки дар 4



донишкадаҳо ва донишгоҳи ҷумҳуриамон, аз рӯи 4 нақшаҳои таълимии аз тарафи вазорати илм ва маорифи ҚТ тасдиқ карда шуда, бо 4 номгӯй тарҷумаи ихтисос, кадрҳои ҷавонро тайёр менамоянд. Дар рӯзномаҳо ва маҷаллаҳои дар сатҳи вилоятҳо ва ҷумҳурӣ чопшаванда ҳам ин ҳолат мушоҳида мешавад.

Дигар муаммои дар донишкадаҳо ва донишгоҳҳо ҷой дошта ин таъмини амалии хатмкунандагон бо ҷойҳои корӣ мебошад. Бо сабаби хусусигардони корхонаҳои саноатӣ ҳавасманданд, ки фақат мутахассисони дорои стажи кории на кам аз 3 – 5 сол ва малакаи кори амалӣ доштара ба кор қабул менамоянд. Хатмкунандагон новобаста аз қобилият ин хел имкониятро надоранд, яъне ҳалқай сарбаст бавучуд омадааст. Барои ин ҳалқаро кандан, корхонаҳо бояд бо донишкада ва донишгоҳҳо алоқай амалӣ дошта, талабот ва тавсияҳои худро оид ба сатҳи донишу малакаи хатмкунанда, ки талаботи онҳоро қонеъ мегардонад, пешниҳод намоянд.

Ҳамин тариқ, масъалаи тайёр намудани кадрҳои муҳандисӣ дар соҳаи электроэнергетика ва электротехника, ба ҳалли масъалаи дорои як муодилаи якчанд номаълума шабоҳатӣ дошта, барои ҳалли худ муносибати шавқмандона, комплексӣ, системавӣ ва иҷрои вазифаи мутобиксозандагиро давлат, аз он ҷумла вазорати маориф ва илми ҚТ ба уҳдаи худ гирад, чунки ҳалли муаммоҳои ҷой дошта, боиси тайёр намудани кадрҳои муҳандисии тахассусашон баланд дар соҳаи техника ва технология, аз он ҷумла, электроэнергетика ва электротехника шуда, ба тараққиёти илму техника дар ҷумҳуриамон оварда мерасонад.