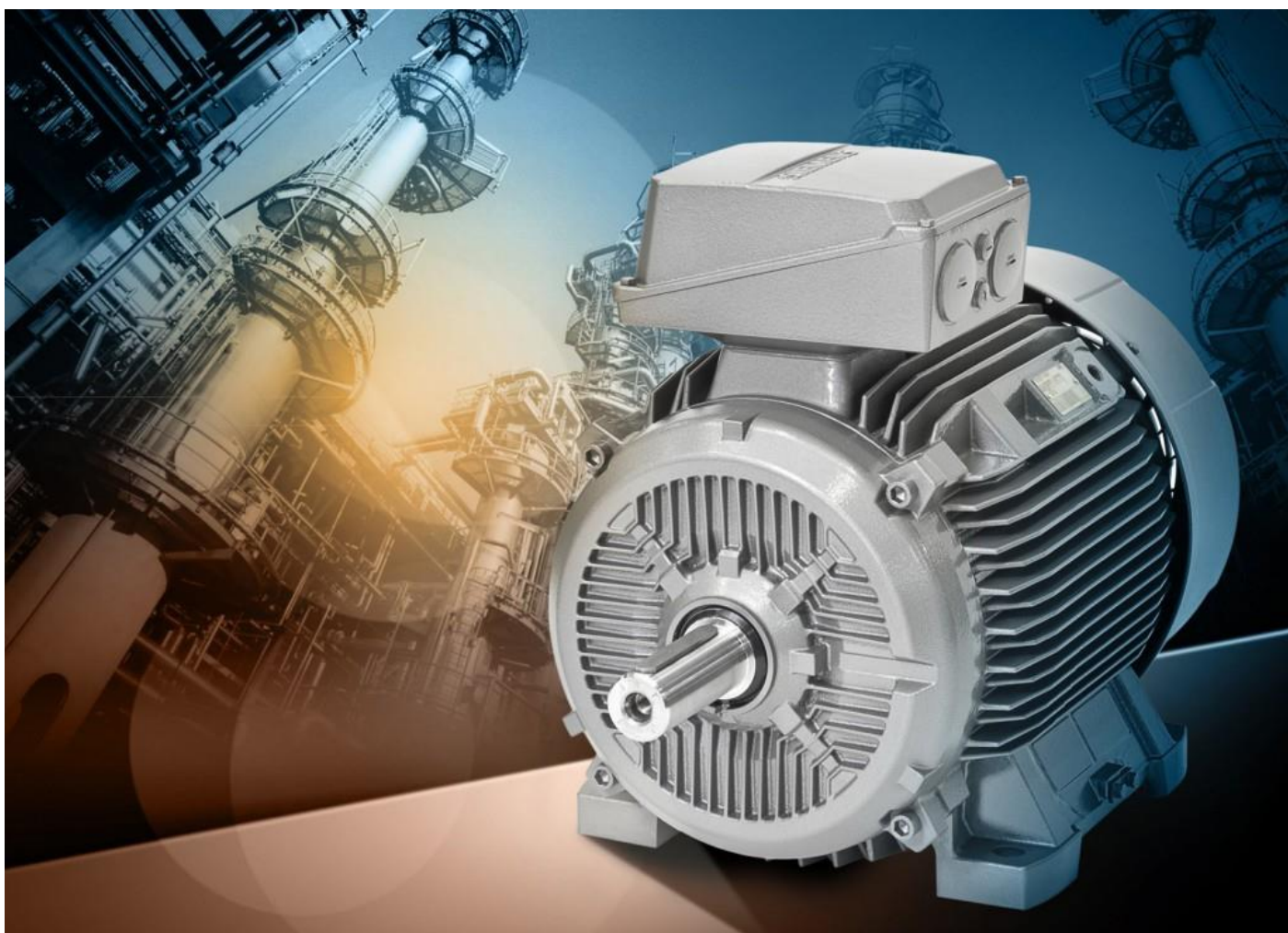


**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ СТУДЕНТОВ
ФАКУЛЬТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ФГБОУ ВО ИЖЕВСКАЯ ГСХА,**

**посвященные 80-летию кандидата технических наук, доцента,
почетного работника высшего профессионального образования
Российской Федерации
Виталия Александровича Носкова**



**Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2018**

УДК 621.31(06)
ББК 31я43
Н 34

Главный редактор
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.И. Любимов*

Научный редактор
доктор технических наук, профессор *П.Л. Лекомцев*

Н 34

Научные труды студентов факультета энергетики и электрификации ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, посвященные 80-летию кандидата технических наук, доцента, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Носкова Виталия Александровича / Отв. за выпуск Н.М. Итешина. – Электрон. дан. (1 файл). – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Режим доступа к сборнику: свободный.

В сборнике представлены научные статьи студентов, выполненные под руководством преподавателей факультета энергетики и электрификации ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА по современным проблемам электрооборудования, электротехнологии и теплоэнергетики сельскохозяйственного производства.

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений.

УДК 621.31(06)
ББК 31я43

О ВРЕМЕНИ И О СЕБЕ



В. А. Носков

Нам жизнь дает возможность проявить себя в деле, работе. Моя работа и жизнь в Ижевске началась 17 мая 1977 года. Предстояло создать новую электротехническую кафедру «Электрические машины» и организовать на ней обучение студентов на вновь открытом факультете «Электрификация сельского хозяйства». Поставленная задача была выполнена в короткий срок, и в течении всего времени кафедра активно обеспечивала необходимый уровень профессиональной подготовки специалистов, а также привлекательность обучения молодежи на нашем факультете. Лично я все эти годы постоянно ощущал доброжелательное отношение людей, поэтому в настоящем печатном сообщении спустя годы выражаю свою очередную благодарность каждому, с кем мне пришлось работать.

До 17 мая 1977 года я 18 лет проживал в Челябинске, работал на заводе, шесть лет обучался на вечернем отделении Челябинского политехнического института (ЧПИ), по окончании его работал в научно-исследовательском институте, а последние 7 лет обучался в аспирантуре и работал преподавателем на кафедре ТОЭ Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ЧИМЭСХ). Моим научным руководителем был заведующий кафедрой ТОЭ, Заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор Сергей Павлович Лебедев. Защита кандидатской диссертации состоялась 27 февраля 1975 года. Официальным оппонентом был заведующий кафедрой «Электрические машины» профессор Алексей Андреевич Пястолов.

Как оказалось впоследствии, вся моя жизнь в Челябинске, общественная работа и общение в среде высококвалифицированных преподавателей ЧПИ и ЧИМЭСХ проявились хорошей школой для моей последующей работы. Одновременно в те же годы в нашей стране создавалась новая обстановка, началась электрификация сельскохозяйственного производства, стали строить линии электроснабжения и электрифицированные комплексы по переработке сельскохозяйственной продукции. Для обслуживания таких объектов появилась необходимость в увеличении количества выпускаемых инженеров-электриков.

Эту новую обстановку хорошо осознавали руководители Ижевского сельскохозяйственного института (ИжСХИ), ректор Вячеслав Павлович Ковриго и проректор Валентин Васильевич Фокин. Им удалось добиться через Обком партии Удмуртии решения Российского Правительства об открытии нового факультета и подготовке инженеров-электриков по электрификации сельского хозяйства. В 1975 году состоялся первый, а в 1976 году второй набор абитуриентов для будущей подготовки инженеров-электриков. Студенты двух первых наборов обучались и числились первоначально в общем составе студентов факультета механизации сельского хозяйства ИжСХИ.

В ИжСХИ предстояло провести большую работу, организовать новый факультет, создать четыре новые специализированные кафедры. Руководство ИжСХИ поступило мудро, обратилось к руководству ЧИМЭСХ с просьбой о направлении квалифицированных специалистов для организации новых кафедр. Первым из Челябин-

целприбыл в Ижевск в 1976 году Геннадий Павлович Карабашев, ему было поручено создать кафедру ТОО. Новый факультет электрификации сельского хозяйства был открыт приказом ректора ИжСХИ только в январе 1977 года, с этого момента начался отчет его времени работы. Первым деканом факультета стал Карабашев Г.П.

Я прибыл в Ижевск 17 мая 1977 года, мне было поручено создать кафедру «Электрические машины». Для проживания мне дали комнату в общежитии по улице Кирова,16.

Для размещения специализированных лабораторий кафедры «Электрические машины» были выделены комнаты на первом этаже учебного корпуса по улице Свердлова, 30, которые ранее использовались для проживания студентов. За летние месяцы работы необходимо было создать новые лаборатории и подготовить учебный процесс к 1 сентября 1977 года. Предстояло выполнить огромный объем работы при первоначальном отсутствии преподавателей на кафедре, а также какого-либо оборудования и материалов. Единственное, что у меня было – это список необходимого оборудования, который был заготовлен мною еще перед отъездом в Ижевске.

Мне пришлось искать деловые связи с работниками промышленных предприятий и организаций города Ижевска, посмотреть списки студентов заочного обучения, пригласить многих из них на личную беседу, подготовить письма от имени руководства ИжСХИ в адрес руководителей предприятий и организаций с просьбой оказать помощь путем передачи материалов и оборудования. Эта работа дала хорошие результаты. Существенную помощь не только передачей оборудования, но и словом, и делом оказывали нам такие ответственные работники, как председатель «Удмуртсельхозэнерго» Фанус Ахметович Юсупов, заместитель начальника цеха «Гарантийного обслуживания» завода «Ижмаш» Ефим Александрович Штабский и многие другие.

Я стал заведовать кафедрой, предстояла работа в учебном корпусе по улице Свердлова, 30. Практически каждый день приходилось информировать руководство ИжСХИ по становлению кафедры «Электрические машины», особенно – проректора Фокина В.В.

Неоценимую помощь в оформлении учебных помещений и создании лабораторных установок оказали студенты первого набора на новый факультет. В вечернее время, сидя в своей комнате, я рисовал эскизы будущих стендов, на следующее утро приносил и отдавал их студентам. Практически так своими силами и смекалкой с помощью студентов были изготовлены и подготовлены для занятий к 1 сентября 1977 года десять лабораторных установок по машинам постоянного тока и трансформаторам, а также шесть установок по технологии ремонта электрооборудования. Работа по становлению кафедры продолжалась. К занятиям во втором семестре 1977-1978 учебного года были подготовлены другие запланированные лабораторные установки. Свою работу студенты выполняли ответственно, проявляли смекалку и инициативу. Благодарность за их работу у нас осталась на долгие годы.

На факультете электрификации сельского хозяйства в целом были созданы четыре новые электротехнические кафедры, которые организовали и возглавили преподаватели – челябинцы Карабашев Г.П., Носков В.А., Козинский В.А. и Шмигель В.Н. Они принесли с собой и передали на факультет не только свой личный опыт работы, но и стиль общения из ЧИМЭСХ, их труд был оценен. На кафедре «Электрические машины» постепенно стал складываться коллектив преподавателей. 18 августа 1977

года был принят переводом из ЧИМЭСХ Рен Фридрих Давыдович, с 13 января 1978 года начали работать по совместительству работники «Удмуртэнерго»: начальник службы эксплуатации Ижевских электрических сетей Франтишек Владимирович Булат и начальник службы подстанций Южных электрических сетей Александр Владимирович Крылов. Они проработали непродолжительное время, в основном до того, когда появилась возможность принимать для работы преподавателей на постоянной основе, но они оказали неоценимую помощь в становлении кафедры «Электрические машины». Впервые годы работы нового факультета приглашались выпускники ЧИМЭСХ. С сентября 1979 приступила к работе в качестве преподавателя Ирина Георгиевна Чернецова.

Первый выпуск инженеров-электриков в ИжСХИ состоялся в 1980 году, появилась возможность приглашать на преподавательскую работу своих, наиболее способных молодых специалистов. Из числа выпускников 1981 года на кафедре начал работать Рамиль Габдулгазизов Саттаров. Так постепенно начал создаваться преподавательский коллектив кафедры на постоянной основе.

Постепенно сформировался и коллектив всего нового факультета, в составе него было образовано 7 кафедр. Отличительная особенность работы того времени – это активная общественная работа на всех уровнях. В институте и на каждом факультете работали партийные, комсомольские и профсоюзные организации. Вся эта работа хорошо планировалась, ежемесячно проводились собрания работников, чаще всего из них проводились партийные собрания. Все текущие вопросы обсуждались публично, принимались решения общим собранием работников. Такая система позволяла вовлечь каждого члена коллектива в обсуждение и решение поставленных задач, коллективно подействовать на сознание работника. В этом и состоялась общая цель всей общественной работы. Мне запомнились выступления на собраниях членов нашего факультета Корнила Ильича Шибанова и Веры Дмитриевны Дерендяевой. Каждый из них, высказываясь по какому-либо вопросу, выделял прежде всего значимость факторов общественного значения по отношению к личностным.

Я лично активно участвовал в общественной работе, был членом и секретарем партийного бюро, четыре года с 1984 по 1988 был заместителем секретаря парткома по организационной работе, практически все свободное от занятий время проводил в парткоме.

Активное участие в общественной работе дает необходимые навыки в руководстве производственным коллективом. Я это понял по своей работе.

В 1988 году я был избран по конкурсу на должность декана факультета, стал вторым по счету деканом после Карабашева Г.П. При успешном избрании на эту должность на альтернативной основе у меня появилось чувство большой ответственности перед коллективом, с таким чувством я проработал в течение 19 лет до 2007 года. Заведующим кафедрой «Электрические машины» проработал 36 лет с 1977 по 2013 год. С 01 сентября 2013 года и по настоящее время работаю доцентом кафедры «Электротехника, электрооборудование и электроснабжение».

Все годы посвящены учебе и воспитательной работе студентов, руководству организационной, учебной, учебно-методической, научно-исследовательской и воспитательной работе в коллективе кафедры, факультета и академии. Я горжусь тем, что моя работа послужила воспитанию молодых людей и подготовке специалистов, которые

стали впоследствии сами руководить каким-то производственным коллективом, многие стали работать преподавателем высшего учебного заведения и смогли получить ученые степени и звания, заниматься научной работой.

Идет естественная смена работников и поколений людей. Желая успеха всем, кто приходит на смену старшему поколению, я процитирую слова известной песни: «Придут честолюбивые дублеры, дай Бог им лучше нашего сыграть...!»

Всем выпускникам нашего факультета я желаю помнить тот порог и двери института-академии, через которые они вышли специалистами в свою профессиональную жизнь, нести высоко честь специалиста с высшим образованием. Им посвящаются мои стихи, которые условно произносятся от имени самого выпускника:

Есть в нашем городе Ижевске
Такой отличный факультет.
Друзья мои, вы мне поверьте,
Такого не было и нет.

 Электрофак – моя судьба!
 Я повторяю вновь и вновь,
 Что не забуду никогда,
 Тебя как первую любовь!

Теперь там учатся студенты,
Такой особенный народ.
Чтоб стать отличным инженером,
«Грызут» науку круглый год.

 Электрофак – моя судьба!
 Я повторяю вновь и вновь,
 Что не забуду никогда,
 Тебя как первую любовь!

Пришлось мне много потрудиться,
Решать задачи, но потом
К великой радости вручили
Мне здесь желанный мой диплом.
Электрофак – моя судьба!

 Я повторяю вновь и вновь,
 Что не забуду никогда,
 Тебя как первую любовь!

Пройдут года, мои товарищи,
Я здесь собратья вас прошу,
Под звуки старых наших песен
Я вновь слова произнесу.

 Электрофак – моя судьба!
 Я повторяю вновь и вновь,
 Что не забуду никогда,
 Тебя как первую любовь!

Пускай родная альма-матер
Нам вечно светит как звезда.

Я мать родную не забуду.
Да и декана никогда.
 Электрофак – моя судьба!
 Я повторяю вновь и вновь,
 Что не забуду никогда,
 Тебя как первую любовь!

Автор, кандидат технических наук, доцент,
Заслуженный работник сельского хозяйства Удмуртской
Республики, Почетный работник высшего профессионального
образования Российской Федерации

В.А. Носков

Д.А. Захаров, студент магистратуры 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент В.А. Носков
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Автоматические выключатели с микропроцессорными расцепителями: особенности работы и методика испытания

Рассмотрены особенности работы автоматических выключателей с микропроцессорными расцепителями. Приведены применяемые в расцепителе типы защит и настройка параметров. Установлена методика испытания микропроцессорных расцепителей автоматических выключателей.

Актуальность. В настоящее время наиболее распространены сети напряжением до 1000 В с системой заземления TN. Данная система имеет ряд достоинств, но также свои недостатки, одними из которых являются большие токи однофазного короткого замыкания на землю и необходимость быстрого отключения места однофазного замыкания. Для устранения данных недостатков автоматические выключатели, стоящие наверху иерархии низковольтной сети (вводные и секционные автоматы главных распределительных щитов или распределительных устройств) должны иметь дополнительные защиты от токов короткого замыкания (КЗ). Перспективными в данном случае являются автоматические выключатели с микропроцессорными (электронными) расцепителями. Данный тип автоматов многофункционален, практичен, обладает высокой заявленной надежностью. Однако по сравнению с автоматическими выключателями с комбинированным расцепителем они имеют сложную конструкцию, включающую в т.ч. микросхему электронного расцепителя. На компоненты схемы расцепителя могут оказывать влияние внешние факторы (высокая влажность, вибрации, перенапряжения и др.), что может сказаться на надежности автомата в процессе эксплуатации. Поэтому проверка срабатывания микропроцессорного расцепителя, схем сигнализации, световой и ЖК индикации, как после монтажа в распределительном устройстве, так и в процессе эксплуатации является актуальной проблемой.

Цель исследования: рассмотреть особенности работы автоматических выключателей с микропроцессорным расцепителем, а также методику испытания расцепителей.

Задачи: 1) рассмотреть особенности работы автоматических выключателей с микропроцессорными расцепителями; 2) разобрать применяемые типы защиты настройку параметров; 3) выбрать методику испытания микропроцессорных расцепителей автоматических выключателей.

Материалы и методы. Проведен обзор паспортных и каталожных данных современных автоматических выключателей с микропроцессорными (электронными) расцепителями. Нормативная документация, применяемая для составления методики испытаний микропроцессорных расцепителей автоматических выключателей.

Результаты исследований и их обсуждение. Автоматический выключатель – это электрический аппарат, который в режиме реального времени «отслеживает» уровень протекающего тока в защищаемой цепи и отключает ее при повышении то-

ком определенного значения. Самым распространенным сочетанием в автоматических выключателях является комбинация теплового и электромагнитного расцепителя. Именно эти два вида расцепителей обеспечивают основную защиту цепей сверхтоков [1].

Автоматические выключатели с комбинированным расцепителем имеют относительно простую конструкцию и невысокую стоимость. Однако имеются и недостатки – зависимость от температуры окружающей среды, высокое потребление электрической энергии, отсутствие регулировки времени и тока срабатывания защит, а также недостаточно точное и надежное срабатывание.

Сейчас широкое распространение получили автоматические выключатели с микропроцессорным (электронным) расцепителем. Микропроцессорный расцепитель включает в себя тритрансформатора тока, микропроцессорный модуль и отключающую катушку, которая воздействует непосредственно на механизм отключения выключателя. Трансформаторы тока, установленные внутри корпуса выключателя, питают расцепитель и вырабатывают сигналы, необходимые для выполнения функции защиты. При появлении сверхтока выключатель отключается под воздействием отключающей катушки и замыкает контакты сигнализации срабатывания расцепителя [2].

Микропроцессорные (электронные) расцепители изготавливаются на основе микроконтроллеров, с помощью которых можно осуществлять точную настройку следующих параметров защит:

- уровень рабочего тока защиты;
- время срабатывания в зоне перегрузки с функцией тепловой памяти и без нее;
- ток мгновенной отсечки;
- ток селективной отсечки;
- время срабатывания при однофазном КЗ на землю;

Время срабатывания при однофазном КЗ на землю.

Регулировка параметров настройки электрической цепи на лицевой панели устройства позволяет персоналу без лишнего труда понять, как настроена защита отходящей линии.

Порядок настройки и выбор уставок приведен на примере микропроцессорного расцепителя MR1-D250 автоматического выключателя OptiMatD производства Курского электроаппаратного завода (КЭАЗ).

С помощью поворотных переключателей на лицевой панели устанавливается уровень рабочего тока цепи. Регулировка уставки рабочего тока расцепителя $I_{Rуст}$ устанавливается в кратности к номинальному току выключателя.

Существует два режима работы полупроводникового расцепителя при перегрузке электрической цепи:

- с «тепловой памятью»;
- без «тепловой памяти».

«Тепловая память» является эмуляцией работы теплового расцепителя (биметаллической пластины): микропроцессорный расцепитель программным способом задает время, которое потребовалось бы для остывания биметаллической пластины. Данная функция позволяет оборудованию и защищаемой цепи больше времени остывать и, соответственно, их срок службы не снижается.

Одним из преимуществ является установка уровня тока и времени срабатывания автоматического выключателя при коротком замыкании, что осуществляет необходимую селективность защиты. Это необходимо для того, чтобы вводной автоматический выключатель отключился позже, чем ближайшие к аварии аппараты. Регулировка уставки тока селективной токовой отсечки выбирается кратно рабочему току I_R [1].

Выбор уставок рассмотрим на примере микропроцессорного расцепителя MR1-D250 автоматического выключателя OptiMatD. Номинальный ток автомата $I_{НОМ} = 250\text{А}$. Имеется асинхронный двигатель АИР250S2 с параметрами $P=75\text{ кВт}$; $\cos\phi=0,9$; $I_{п}/I_{НОМ} = 7,5$; для которого нужно выбрать уставки защищающего аппарата (автоматический выключатель защищает непосредственно линию с данным электродвигателем). Примем следующие условия: пуск электродвигателя легкий и время пуска, равное 2 с.

Выбираем для нашего двигателя уставку времени срабатывания в зоне перегрузки 4 секунды с функцией тепловой памяти, положение переключателя представлено на рисунке 1.

В нашем случае номинальный ток электродвигателя составляет 126,6 А. Соответственно, выставляем переключатель регулировки номинального тока выключателя на значение 0,56, чтобы ближайшее значение получилось $I_R = 0,56 * I_{НОМ} = 140\text{ А}$.

Чтобы автоматический выключатель не срабатывал ложно от пусковых токов, кратность которых для выбранного двигателя составляет 7,5, примем уставку селективной токовой отсечки, равную 8.

Данный выключатель будет устанавливаться непосредственно для защиты электродвигателя, поэтому для обеспечения селективности в действии выключателей принимаем мгновенную селективную токовую отсечку (без выдержки по времени).

Таким образом, мы рассмотрели пример выбора уставок микропроцессорного расцепителя, обеспечивающие защиту асинхронного двигателя. Данный пример выбора уставок микропроцессорного расцепителя не является техническим руководством. В конечном виде панель настройки микропроцессорного расцепителя автоматического выключателя представлена на рисунке 1 [1].

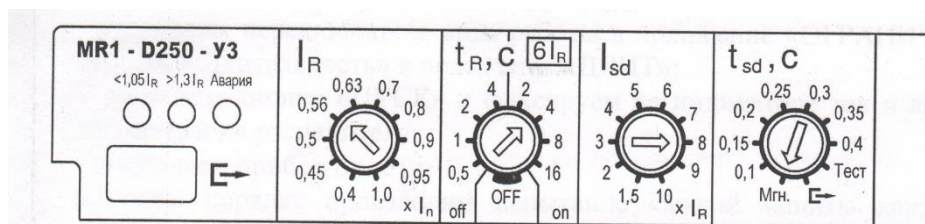


Рисунок 1 – Панель настройки микропроцессорного расцепителя MR1-D250

Испытания микропроцессорных расцепителей автоматических выключателей проводятся по специально составленной методике. Она создается на основании правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и руководства по эксплуатации устройства для проведения испытаний автоматических выключателей, например, измерительного нагрузочного комплекта с регулятором РТ-2048.

Назначения элементов пульта управления комплекта приведены в руководстве по эксплуатации [3].

Проверка защиты от короткого замыкания (КЗ) без выдержки времени производится в следующем порядке:

- подключаем прибор к сети;
- переключатель пределов тока – «2кА»;
- переключатель режимов индикации – «ТОК»;
- переключатель «тип расцепителя» – «ПП»;
- переключатель порядка набора в положение «+»;
- переключатель вида работы в положение «НАБОР»;
- переключатель «Длительность» в положение «0,02»;
- переключатель «Режим работы» в положение «Работа»;
- кнопкой «ПУСК» устанавливаем значение тока, соответствующее уставке;
- переводим переключатель вида работы в положение «ОГРАНИЧ»;
- нажимаем кнопку «ПУСК» и фиксируем на индикаторе ток и время срабатывания расцепителя;
- отключаем прибор от сети.

Проверка защиты от перегрузки производится в следующем порядке:

- подключаем прибор к сети;
- переключатель пределов тока – «2 кА»;
- переключатель режимов индикации – «ТОК»;
- переключатель «типа расцепителя» – «ЭМ,Т»;
- переключатель порядка набора в положение «+»;
- переключатель вида работы в положение «НАБОР»;
- переключатель «Длительность» в положение «0,02»;
- переключатель «Режим работы» в положение «Работа»;
- кнопкой «ПУСК» устанавливаем значение тока, соответствующее уставке срабатывания расцепителя ($I_T = 6 * I_R$);
- переводим переключатель вида работы в положение «ОГРАНИЧ», а тумблер «Длительность» в положение «ДЛИТ»;
- нажимаем кнопку «ПУСК» и фиксируем на индикаторе ток и время срабатывания расцепителя;
- отключаем прибор от сети.

В таком порядке производим испытание каждой защиты каждого полюса автомата [3].

Выводы: 1) рассмотрены особенности работы автоматических выключателей с микропроцессорными расцепителями; 2) приведены применяемые типы защит в расцепителе и настройки их параметров на конкретном примере; 3) выбрана методика испытания микропроцессорных расцепителей автоматических выключателей.

Список литературы

1. Особенности работы автоматических выключателей с микропроцессорными расцепителями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://keaz.ru/press-center/blog/2016/852-osobennosti-raboti-avtomaticheskikh-vikluchateley-s-mikroprocessornimi-rascepitelyami>.

2. Кабышев А.В. Низковольтные автоматические выключатели: учебное пособие / А.В. Кабышев, Е.В. Тарасов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 346 с.

3. Комплект нагрузочный измерительный с регулятором РТ-2048-12: руководство по эксплуатации РШГА.411911.001-12 РЭ. – СПб.: ООО «ИнтерМикс». – 35 с.

М.А. Каркин, студент 462-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор П.Л. Лекомцев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Система АСКУЭ. Что это такое и принцип ее работы

Цель исследования – понять принцип работы системы АСКУЭ на конкретном примере: с монтажа группы учета у потребителя с использованием электросчетчика Меркурий 230, до вывода информации о параметрах электросети на компьютере удаленного администратора.

Учет расхода как электрической, так и любой другой энергии, требует точности, оперативности и определенной степени автоматизации, за счет которой создается удобство пользования энергоресурсами. Для качественного повышения уровня контроля над потреблением и учетом электроэнергии существует специальная автоматизированная система, о которой пойдет речь далее. Это система АСКУЭ.

Главной задачей и принципом действия системы контроля электроэнергии является сбор информации по всем потребителям энергии, состоящим в этой системе, по напряжению мощности и т.д. Затем система обрабатывает полученные показания расхода, и на их основе выдает результат в виде отчета. В обязательном порядке система проводит анализ работы и прогнозирование ситуаций на будущие периоды. Основным моментом является анализ финансовых параметров и определение стоимости за израсходованную электроэнергию.

Основные элементы АСКУЭ.

Система АСКУЭ состоит из четырёх элементов:

1. Цифровые устройства учета энергии и мощности.
2. Коммуникации.
3. Компьютеры, на которых устанавливается специализированное программное обеспечение.
4. Программное обеспечение.

Первый элемент АСКУЭ – цифровые устройства учета энергии и мощности, а также устройства сбора и передачи информации. В составе системы используются микропроцессорные устройства, находящиеся в секторе учета. Данные счетчики, как правило, устанавливаются у потребителей. Их основными плюсами являются способность учитывать согласно тарифам активную и реактивную энергию, а также мощность в обоих направлениях.

Также эти устройства способны фиксировать максимальную мощность и нагрузку в определенном интервале времени и хранить полученные данные в своей памяти. Многие устройства способны измерять и качественные параметры энергии, такие как напряжение, провалы напряжения, частоту и другое. Для передачи собранной информации со счетчиками устанавливается связь. Если она не установлена, то вся информация в киловатт-часах архивируется и может храниться в течение некоторого времени в памяти прибора учета.

Коммуникации, второе звено системы АСКУЭ – это специализированные и выделенные телефонные каналы и специально установленная телекоммуникационная аппаратура (различные модемы, мультиплексоры, радиомодемы и прочее).

Третья часть представляет собой совокупность современных специализированных средств компьютерной обработки полученных данных. С его помощью показания счетчиков будут собраны, обработаны и проанализированы, т.е. это какие-то сервера либо/и ПК с установленным программным обеспечением, которые позволят оптимально настроить все части системы.

Четвертый элемент АСКУЭ – программное обеспечение, позволяющее обмениваться данными с другими предприятиями и поставщиками.

Вывод. Система (АСКУЭ) охватывает энергоемкие производства, и отдельные мощные потребители электроэнергии. Возможно, работа некоторых из них могла бы быть перенесена на другие часы, где стоимость энергии меньше. Наличие АСКУЭ на предприятии также дает возможность выбрать правильный тариф. Сочетание этих мероприятий может значительно сократить общие затраты на электроэнергию.



Рисунок 1 – Элементы системы АСКУЭ

Список литературы

1. Лаврищев О.А., Сейтбекова А.Е. Исследование возможностей применения системы АСКУЭ // Сборник научных трудов магистрантов. – Ижевск, 2017. – С. 224–227.
2. Соколов Д.Ю., Акишев Е.М. Каналы передачи данных в системах учета электроэнергии // Сборник научных трудов магистрантов. – Ижевск, 2017. – С. 160–164.
3. Система АСКУЭ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/sistema-askue/> – Загл. с экрана.
4. Что такое система АСКУЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://samelectrik.ru/chto-takoe-sistema-askue.html> – Загл. с экрана.
5. Системы АСКУЭ: функции, виды и достоинства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elektro.guru/dlya-proizvodstva/sistemy-aiskue-i-askue-funkcii-vidy-i-dostoinstva.html>.

УДК 621.317

Э.Э. Тимиргалиев, студент магистратуры
Научный руководитель: профессор С.И. Юран
ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова

Совершенствование испытательной установки «Нептун» для проверки электромагнитных реле

Рассмотрена функциональная схема испытательной установки, выполненная на основе известной установки «Нептун», в которой автоматизирован процесс плавного изменения напряжения, подаваемого на катушку реле. Для этого в схему введены генератор линейно изменяющегося напря-

жения и усилитель мощности. В результате повышается удобство эксплуатации установки и точность регистрации основных параметров реле.

Ключевые слова: испытательная установка для проверки параметров электромагнитных реле, генератор линейно изменяющегося напряжения, усилитель мощности.

В настоящее время электромагнитные реле широко применяются в устройствах автоматики и телемеханики. Гарантировать безотказную работу реле в течение заданного срока эксплуатации можно только при условии точного измерения их параметров и соответствия этих параметров ТУ завода-изготовителя. В целях обеспечения надежной эксплуатации реле необходимо своевременно контролировать их основные параметры. Для этого применяются различные установки, в том числе и испытательная установка «Нептун» [1], которая служит для проверки простых средств релейной защиты и автоматики, таких как токовые реле, реле напряжения, реле времени.

Установка питается от однофазной сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 220 В и выполняет функции:

- 1 – переменного формирования тока регулируемой силы;
- 2 – переменного или постоянного формирования выходного напряжения регулируемой величины;
- 3 – измерения формируемых значений напряжения и тока;
- 4 – измерения временных параметров реле.

Целью работы является совершенствование данной установки в направлении автоматизации формирования входных воздействий на реле.

Для этого на кафедре «Электроэнергетики и электротехники» разработана функциональная схема усовершенствованной установки. В схему установки введены следующие блоки: генератор линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН) и усилитель мощности, что позволяет автоматизировать процесс подачи входного напряжения и тока на катушку реле при измерении его параметров.

Функциональная схема установки приведена на рисунке 1.

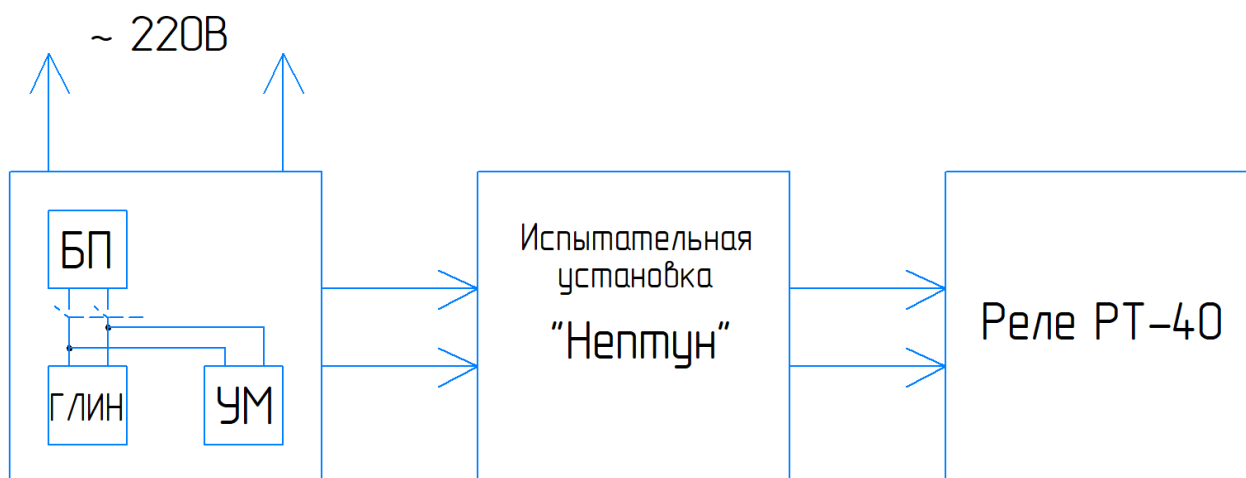


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства «Нептун»

Испытательная установка «Нептун» состоит из шести основных частей: 1 – силовой части; 2 – микропроцессорного контроллера; 3 – платы индикации и платы клавиатуры; 4 – контроллера дисплея; 5 – блока питания; 6 – датчиков напряжения и тока.

Установка осуществляет 6 режимов работы: 1 – тестера канала напряжения; 2 – тестера канала тока; 3 – измерения времени срабатывания и отпускания токовых реле, реле напряжения и реле времени; 4 – измерения активной мощности по каналу напряжения; 5 – измерения активной мощности по каналу тока; 6 – измерения активной мощности, полученной умножением значения напряжения канала напряжения на значение тока канала тока с учетом сдвига фаз между ними.

Для обеспечения автоматизации испытания реле необходимо подобрать схемы ГЛИН и усилителя мощности и смоделировать их работу, например, с помощью программы Multisim [2]. Результаты моделирования приведены на рисунках 2–8.

Для выполнения автоматизированной регулировки вначале была подобрана схема блока питания, таким образом, чтобы обеспечить стабильное функционирование испытательной установки, для процесса плавного изменения напряжения, подаваемого на катушку реле. Для этого сначала была собрана схема блока питания в программе Multisim на рисунке 2, и получена осциллограмма тока и напряжения блока питания, показанная на рисунке 3.

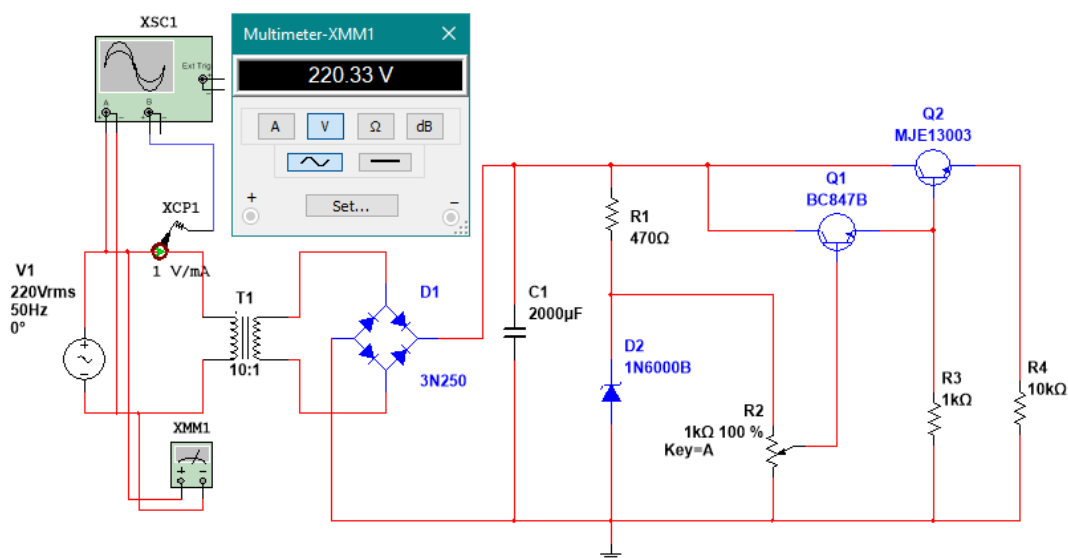


Рисунок 2 – Схема моделирования блока питания

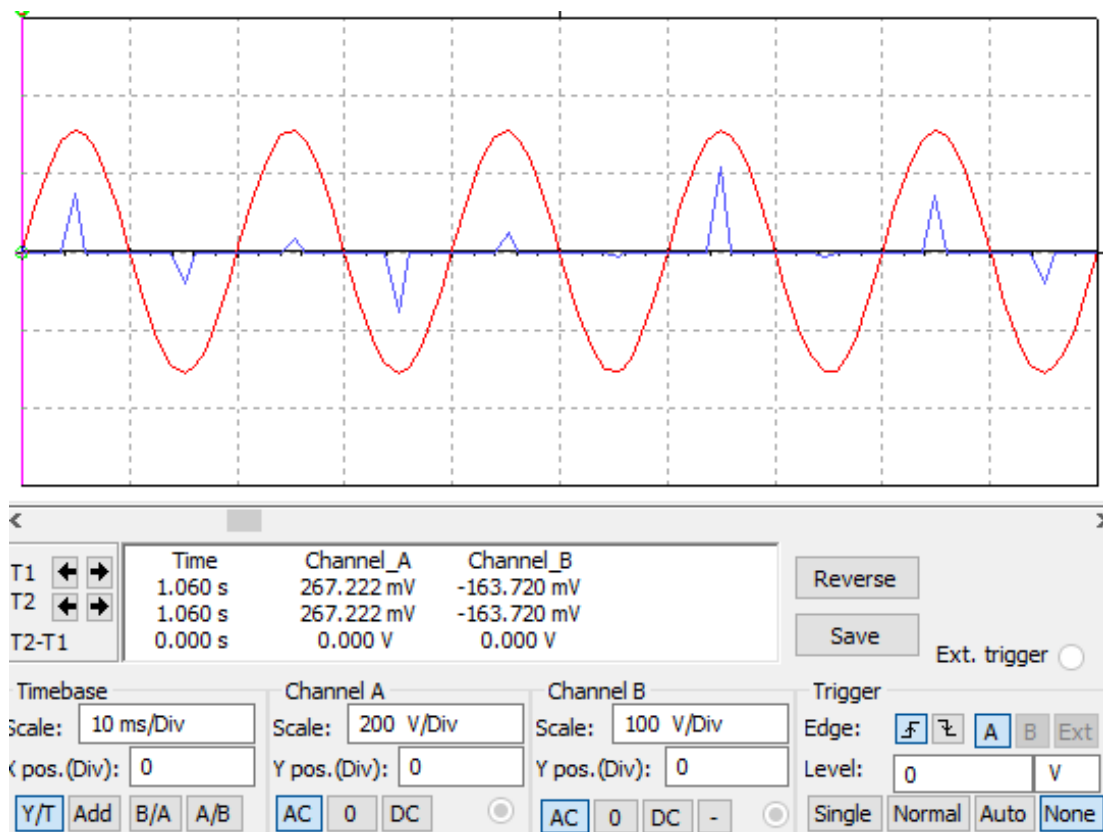


Рисунок 3 – Осциллограмма тока и напряжения в схеме блока питания

Аналогично была разработана и смоделирована в данной программе схема ГЛИН на операционных усилителях (ОУ) (рисунок 4), и выведена осциллограмма тока и напряжения, представленная на рисунке 5. Разработанные блоки позволяют обеспечить автоматизированное регулирование тока и напряжения в установке.

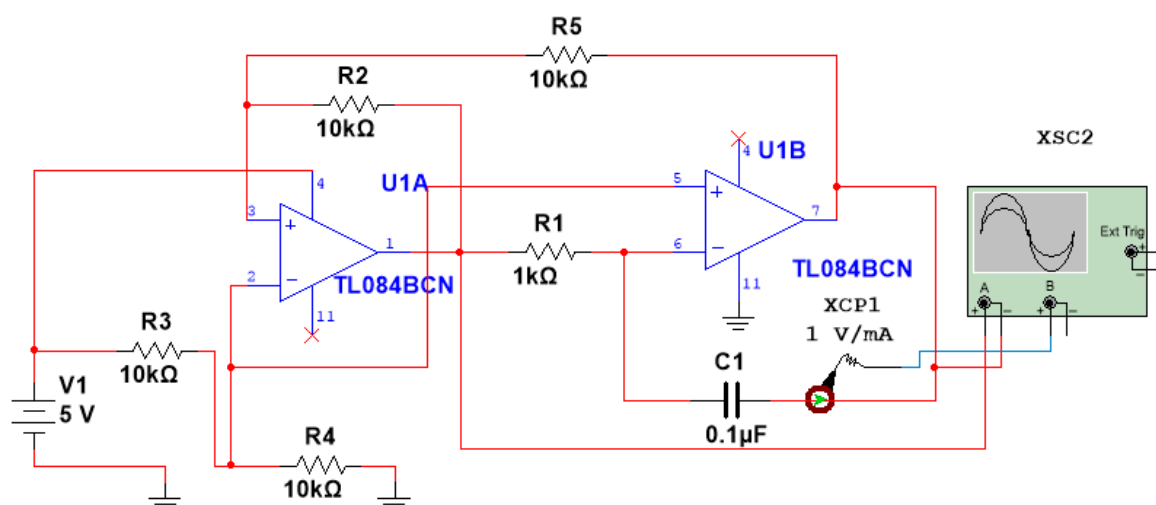


Рисунок 4 – Схема моделирования ГЛИН на ОУ

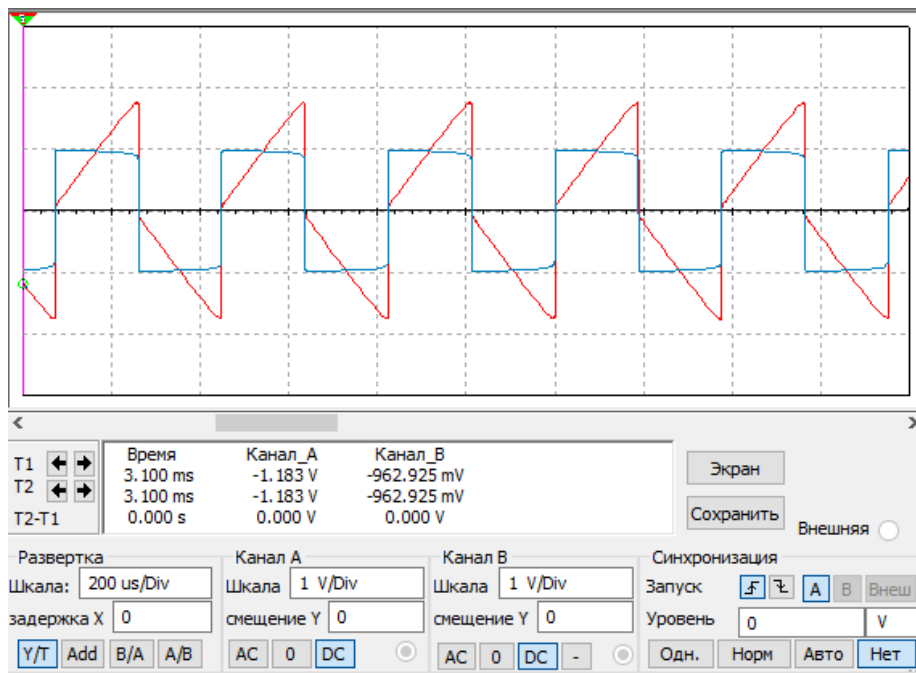


Рисунок 5 – Осциллограмма тока и напряжения в схеме моделирования ГЛИН на ОУ

Далее была разработана и смоделирована в программе Multisim схема двухтактного усилителя мощности (рисунок 6), и выведены осциллограммы токов и напряжений с синусоидальным и пилообразным законами изменения форм тока и напряжения, показанные на рисунках 7 и 8.

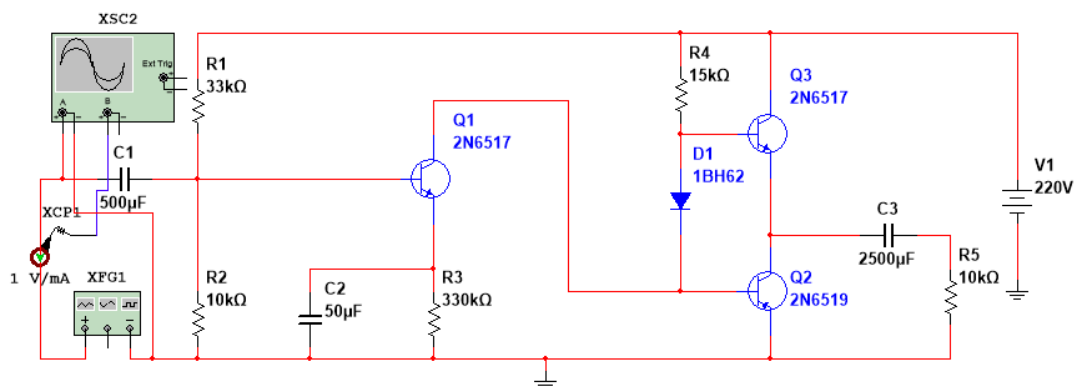


Рисунок 6 – Схема моделирования двухтактного усилителя мощности

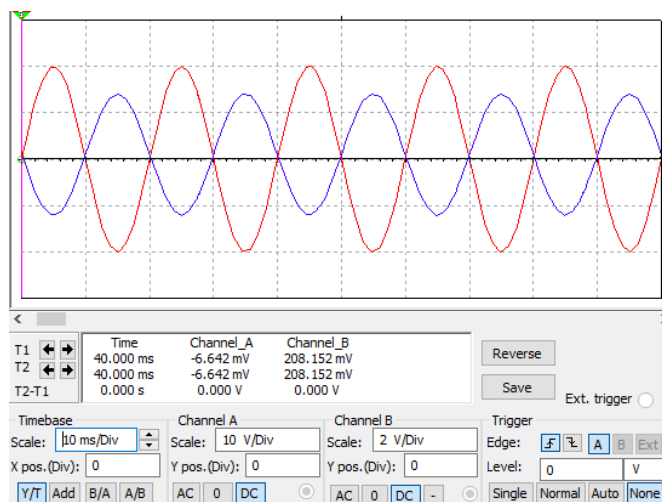


Рисунок 7 – Осциллограмма токов и напряжения усилителя мощности, с использованием генератора функции волнообразно изменяющего форму тока и напряжения

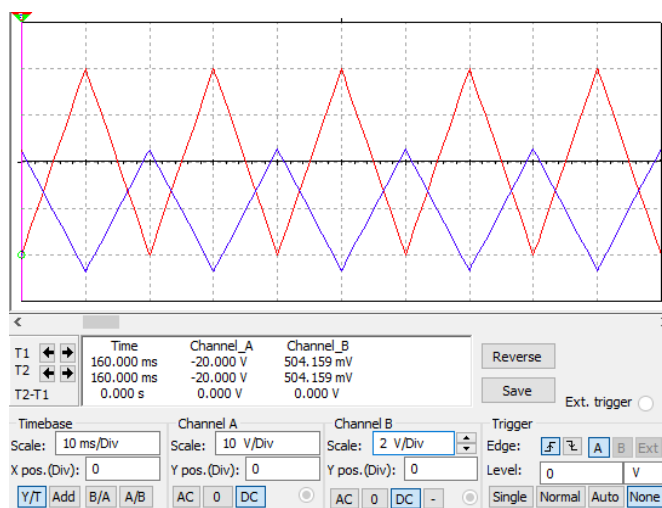


Рисунок 8 – Осциллограмма токов и напряжения усилителя мощности, с использованием генератора функции пилообразно изменяющего форму тока и напряжения

В результате моделирования выбраны параметры элементов схемы ГЛИН и усилителя мощности, которые апробированы на макете установки.

Таким образом, за счет автоматизации процесса плавного изменения напряжения и тока, подаваемых на катушку реле, путем использования в схеме генератора линейно изменяющегося напряжения и усилителя мощности повысилось удобство работы с испытательной установкой.

Список литературы

1. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и в электросетях / Сост. А.П. Кузнецов; Под ред. Б.А. Алексева. – Ч. 3: Испытательные установки для проверки устройств релейной защиты и автоматики (серии «Уран», «Нептун», «Сатурн»). – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 96 с.

2. Штин А.А. Электротехнические дисциплины в среде моделирования Multisim: лабораторный практикум : учеб. пособие для вузов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2016. – 220 с.

М.Л. Шавкунов, ассистент

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор П.Л. Лекомцев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Анализ способов обеззараживания воздуха в сельскохозяйственных помещениях

Рассмотрены системы обеззараживания воздуха агропромышленных предприятий. И проведено их сравнение.

Микробиологическое загрязнение воздушной среды в сельскохозяйственных помещениях является высокой опасностью, как для животных, так и для обслуживающего персонала. Воздушный и воздушно-капельный – одни из наиболее часто встречающиеся путей передачи патогенных микроорганизмов. Наиболее часто такая проблема может встречаться в плохо вентилируемых помещениях, а также в помещениях, где используется рециркуляция воздуха. Поэтому одна из основных задач, стоящих на сегодняшний день, – это обеззараживание воздуха в помещении. Также благодаря обеззараживанию воздуха можно получить наименьшее загрязнение бассейна сельскохозяйственных предприятий [2, 5, 6].

Рассмотрим основные методы обеззараживания воздуха в сельскохозяйственных помещениях. Это может быть как применение установок вырабатывающих озон, аэрозольные генераторы и установки ультрафиолетового обеззараживания воздуха [5].

Один из наиболее эффективных методов – озонирование воздуха. Озон – голубой газ с резким запахом, сильный окислитель, в 2,5 раза тяжелее кислорода. Окисляя примеси различных веществ и микроорганизмов, озон обеззараживает воздух. Эффективность озонирования воздуха может объясняться тем, что происходит частичное разрушение оболочки вирусов, благодаря чему они не могут больше размножаться и соединяться с клетками живых организмов. Но есть и негативная сторона применения озона, а именно то, что он наиболее эффективен в больших количествах, следовательно, необходимо проводить обработку помещения при отсутствии людей и животных. Если же в помещении будут находиться живые организмы, то он может сжечь слизистую оболочку дыхательных органов, что имеет пагубное последствие. Получить озон можно используя электрокоронный разряд [3, 6].

Аэрозольные генераторы – это ряд устройств, вырабатывающих и распыляющих аэрозоли. Они бывают: механические (пневматические, ультразвуковые и дисковые) и термомеханические. В сельском хозяйстве наибольшее распространение получили именно термомеханические аэрозольные генераторы. Принцип их действия заключается в следующем: аэрозоль вырабатывается в результате механического дробления аэрозолеобразующей жидкости при подаче ее в камеру сгорания воздушно – топливной смеси, последующем испарении, после чего происходит попадание паров в окружающую среду и смешивание с наружным воздухом, конденсации и превращении в аэрозоль. С помощью таких генераторов можно помимо обеззараживания воздуха

производить распыление лекарственных средств в животноводческих помещениях. Так же для создания эффекта кондиционирования воздуха, что важно при применении рециркуляционной вентиляции можно применять механические, как дисковые, так и ультразвуковые аэрозольные генераторы. Недостатком может служить увеличение влажности воздуха и, в частных случаях, присутствие постороннего шума, что может играть неблагоприятный эффект на здоровье животных, так и обслуживающего персонала [1, 2, 6].

Ультрафиолетовая фильтрация воздуха так же нашла широкое применение в системах обеззараживания воздуха в агропромышленном комплексе. Благодаря тому, что воздух с опасными микроорганизмами проходит облучение, структура их ДНК разрушается посредством воздействия на них ультрафиолетового света, получая на выходе стерильный воздух. Так же из-за воздействия ультрафиолетового света органические компоненты могут распадаться на воду и углекислый газ, которые не оказывают негативного воздействия на живые организмы. Одним из наиболее значимых достоинств применения ультрафиолетового света является то, что практически отсутствуют следы выделения озона, что делает использование установки наиболее удобным, так как нет необходимости оставлять помещение пустым. Еще одно положительное свойство использования установки в том, что она является бесшумной, что так же не вызывает дискомфорта при присутствии живых организмов в помещении, где работает установка. Так же происходит незначительное потребление электрической энергии, что не могут гарантировать ни озонаторы, ни аэрозольные генераторы. Так же во время использования установок ультрафиолетового обеззараживания воздуха происходит очистка воздуха от пыли, которая осаждается в пылесборниках, что так же выделяет эту установку от установок озонатора и аэрозольного генератора [2, 4, 6].

Проанализировав вышеприведенные данные можно отметить, что использование ультрафиолетовых обеззараживателей в животноводческих помещениях наиболее эффективно.

Список литературы

1. Аэрозольный генератор [Электронный ресурс]: Википедия – база данных. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэрозольный_генератор. – Загл. с экрана.
2. Бородин И. Животным прописаны чистый воздух и ароматы / И. Бородин, И. Бухарин, Л. Макальский, А. Ниязов // Сборник статей «Сельский механизатор». – Москва, 2005. – № 12. – С. 24–25.
3. Озон – природный очиститель воздуха. Озонаторы воздуха [Электронный ресурс]: OchistitelVozduha.ru – база данных. – Режим доступа: <https://www.ochistitelvozduha.ru/ozon-%E2%80%93-prirodnyiy-ochistitel-vozduha.html>. – Загл. с экрана.
4. Очиститель воздуха с ультрафиолетовой лампой [Электронный ресурс]: Кливент – база данных. – Режим доступа: <http://klivent.biz/klimat/s-ultrafioletovoj-lampoj.html>. – Загл. с экрана.
5. Хлебников Ю.П. Фильтры систем кондиционирования воздуха и вентиляции: учебник / Ю.П. Хлебников. – М.: Стройиздат, 1990. – 128 с.
6. Шавкунов М.Л. Анализ способов очистки воздуха в сельскохозяйственных помещениях / М.Л. Шавкунов, П.Л. Лекомцев // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 24–27 октября 2017 года: сборник статей. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017 – С. 235–238.

В.Д. Мылрин, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Л.А. Пантелеева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Компенсация реактивной мощности

Реактивная мощность – мощность, которая не была передана в нагрузку, а привела к потерям на нагрев и излучение [2]. Она равна произведению действующих значений тока и напряжения на синус угла сдвига фаз между ними ($\sin \varphi$) [2].

Реактивная электрическая энергия – это энергия, которая расходуется на создание электромагнитных полей в электроустановках, т.е. которая не расходуется на полезную работу

Методы компенсации:

Компенсация реактивной мощности, в настоящее время, является немаловажным фактором, позволяющим решить вопрос энергосбережения и снижения нагрузок на электросеть.

К техническим средствам компенсации реактивной мощности относятся следующие виды компенсирующих устройств:

- конденсаторные батареи (КБ),
- синхронные двигатели (СД),
- вентильные статические источники реактивной мощности (ИРМ) [5].

Конденсаторные батареи (КБ)

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях имеют конденсаторы (КБ)-крупные специальные устройства, предназначенные для выработки реактивной ёмкостной мощности.

Конденсаторы изготавливают на напряжение 220, 380, 660, 6300 и 10500 Вв однофазном и трёхфазном исполнении для внутренней и наружной установки. Широкое применение конденсаторов для компенсации реактивной мощности объясняется их значительными преимуществами по сравнению с другими видами КУ

Преимущества КБ:

- незначительные удельные потери активной мощности до 0,005 кВт/квар,
- отсутствие вращающихся частей,
- простота монтажа и эксплуатации,
- относительно невысокая стоимость,
- малая масса,
- отсутствие шума во время работы,
- возможность установки около отдельных групп ЭП.

Недостатки КБ:

- пожароопасность;
- наличие остаточного заряда, повышающего опасность при обслуживании;
- чувствительность к перенапряжениям и толчкам тока;
- возможность только ступенчатого, а не плавного регулирования мощности.

Синхронные двигатели

Как правило, в системах электроснабжения промышленных предприятий КБ компенсируют реактивную мощность базисной (основной) части графиков нагрузок, а СД снижают, главным образом, пики нагрузок графика.

Преимуществом СД, используемым для компенсации реактивной мощности, по сравнению с КБ является возможность плавного регулирования генерируемой реактивной мощности [4].

Недостатком СД является то, что активные потери на генерирование реактивной мощности для СД больше, чем для КБ, так как зависят от квадрата генерируемой мощности СД.

Синхронные компенсаторы

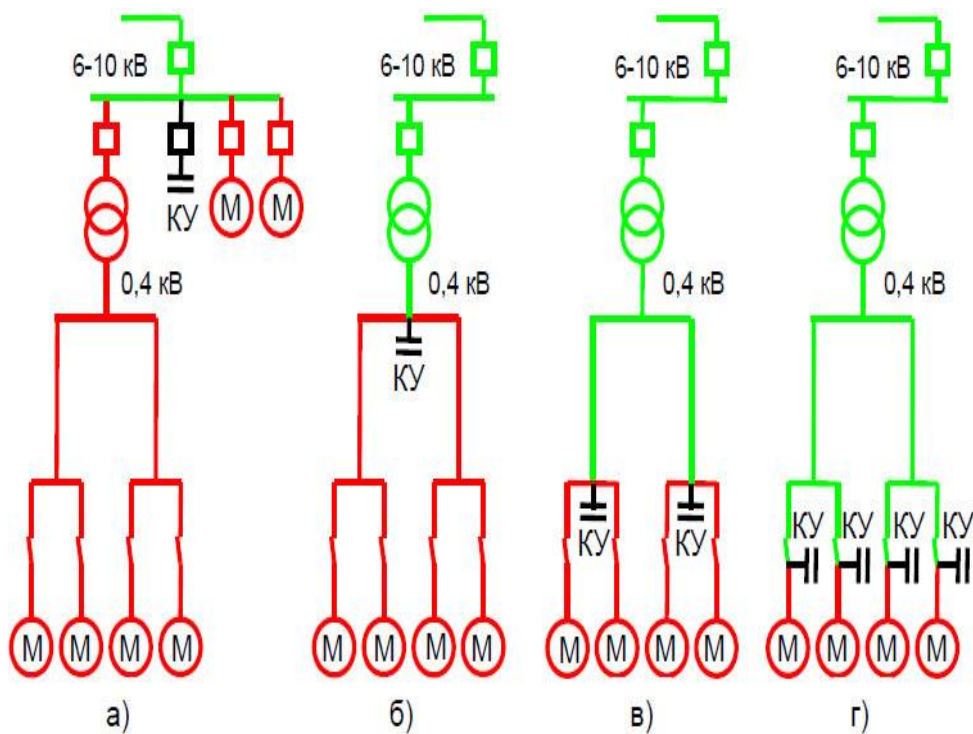
Разновидностью СД являются синхронные компенсаторы (СК), которые представляют собой СД облегчённой конструкции без нагрузки на валу. В настоящее время выпускается СК мощностью выше 5000 квар; они имеют ограниченное применение в сетях промышленных предприятий и лишь в ряде случаев используются для улучшения показателей качества напряжения у мощных ЭП с резкопеременной ударной нагрузкой (дуговые печи, прокатные станы и т.п.) [4].

Преимущества использования конденсаторных установок, как средства для компенсации реактивной мощности:

- малые удельные потери активной мощности
- отсутствие вращающихся частей;
- простой монтаж и эксплуатация;
- относительно невысокие капиталовложения;
- возможность подбора любой необходимой мощности компенсации;
- возможность установки и подключения в любой точке электросети;
- отсутствие шума во время работы;
- небольшие эксплуатационные затраты.

В зависимости от подключения конденсаторной установки возможны следующие виды компенсации:

- Централизованная на стороне высшего напряжения.
- Централизованная на стороне низшего напряжения.
- Групповая.
- Индивидуальная [1].



- а) централизованная на стороне высшего напряжения;
 б) централизованная на стороне низшего напряжения;
 в) групповая;
 г) индивидуальная

— часть сети, загруженная потоками реактивной мощности потребителя;
 — часть сети, разгруженная от потоков реактивной мощности потребителя.

Применение автоматических установок компенсации реактивной мощности позволяет решить ряд проблем:

- облегчить пуск и работу двигателя (при индивидуальной компенсации);
- автоматически отслеживается изменение реактивной мощности нагрузки в компенсируемой сети и, в соответствии с заданным, корректируется значение коэффициента мощности – $\cos\phi$;
- исключается генерация реактивной мощности в сеть;
- исключается появление в сети перенапряжения, т. к. нет перекомпенсации, возможной при использовании нерегулируемых конденсаторных установок;
- визуально отслеживаются все основные параметры компенсируемой сети.

Список литературы

1. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2016. – 472 с.
2. Минин Г.П. Реактивная мощность. – М.: Энергия, 2015. – 88 с.
3. Коновалова Л.А., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Энергоатомиздат, 2017. – 528 с.
4. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебник для учащихся техникумов. – М.: Высшая школа, 2016. – 376 с.
5. Дирацу В.С. и др. Электроснабжение промышленных предприятий. – Киев: Вища школа, 2016. – 280 с.

Е.Ю. Макарова, студент магистратуры 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доцент Г.М. Белова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Технико-экономические модели распределительных электрических сетей

Сегодня в России строится много новых городских районов, коттеджных поселков, линий электропередач в сельской местности, производится реконструкция сетей, т.к. существующие в большинстве городов кабельные и воздушные линии электропередач напряжением 6 (10) кВ не справляются с возросшей нагрузкой и во многих случаях физически изношены.

Развитие распределительных электрических сетей должно быть направлено на повышение надежности, обеспечение качества и экономичности энергоснабжения потребителей путем постоянного совершенствования сетей на базе инновационных технологий с превращением их в интеллектуальные (активно-адаптивные) сети [1].

В течение ближайших 10–15 лет России предстоит внедрять технологии, которые уже используются в сетевых комплексах развитых стран. В частности, предстоит внедрять технологии «умных» электрических сетей, позволяющих повысить пропускную способность и сократить потери электрической энергии [2].

При проектировании электрических сетей производится обработка большого объема разнообразной информации. Трудоемкость проектирования резко возрастает при определении оптимальных параметров схем и их режимов. Принято различать два основных направления развития схем электроснабжения:

1. Классическое, которое развивается в основном в тех районах, где рост нагрузки потребителей только предполагается или развивается одновременно со строительством электроэнергетических сетей.

2. Вынужденное, где электроэнергетические сети уже построены и рассчитаны на определенную нагрузку и категоричность, но в последствии возникает необходимость в или увеличении способности сети, или в строительстве новых отпаяк от существующей сети, или вообще изменении их конфигурации.

Такие сети называются или простыми замкнутыми, или сложно замкнутыми конфигурациями электроэнергетических сетей.

Схемы питания потребителей зависят от удаленности источников энергии, общей схемы электроснабжения данного района, территориального размещения потребителей и их мощности, требований, предъявляемых к надежности, живучести и т.п.

Выбрать тип и конфигурацию сети очень сложно, т.к. они должны удовлетворять условиям надежности, экономичности, удобства в эксплуатации, безопасности и возможности развития.

Конфигурация сети определяется взаимным расположением элементов линий, а тип сети зависит от категории потребителей и степени их надежности и живучести.

Потребители 1 категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания по двум отдельным линиям. Они допускают перерыв

в электроснабжении на время автоматического включения резервного источника питания.

Для потребителей 2 категории в большинстве случаев также предусматривается питание по двум отдельным линиям, либо по двухцепной линии. Так как аварийный ремонт воздушных линий непродолжителен, правила допускают электроснабжение потребителей 2 категории и по одной линии.

Для потребителей 3 категории достаточно одной линии. В связи с этим применяют не резервированные и резервированные схемы.

Не резервированные – без резервных линий и трансформаторов. К ним относятся радиальные схемы, питающие потребители 3 категории (иногда 2 категории). Резервированные схемы питают потребителей 1 и 2 категории.

Вопросам выбора рациональной конфигурации систем электроснабжения посвящены работы Балабаняна Г.А., Дульзона Н.А., Закирова Р.И., Каждана А.И., Каялова Г.М., Khator S. K., Di-az-Dorado E., Aoki K. и др.

Общие принципы построения распределительных сетей, согласно стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации, следующие:

1. Выбор уровня напряжения для распределения электроэнергии должен осуществляться в процессе разработки схем перспективного развития на основе анализа роста перспективных электрических нагрузок. При этом не должны подвергаться развитию сети 6 кВ, которые в перспективе необходимо переводить на уровень напряжения 10 и 20 кВ. Переход на класс напряжения 20 кВ принят как стратегическое направление развития электрических сетей среднего напряжения города.

2. Внедрение современной кабельной продукции – использование кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и самонесущих изолированных проводов (СИП).

На ВЛ 6–35 кВ должны внедряться современные технологии, способствующие бесперебойному питанию потребителей, имеющие высокую надежность, ремонтпригодность. Для повышения надежности работы ВЛ 10–20 кВ необходимо применение автоматических пунктов секционирования участков ВЛ 10–20 кВ (реклоузуров), что позволяет реализовать возможности автоматического переключения сети, осуществления автоматического отключения (выделения) поврежденного участка, выполнять АПВ включение линии, производить автоматический сбор информации о параметрах режимов работы сети и передавать данные о состоянии сети с применением телемеханики и SCADA систем, применять микропроцессорные системы РЗА [3, 4].

Введение рынка электроэнергии предполагает в качестве повышения конкурентоспособности энергоснабжающих организаций снижение собственных издержек на транспорт электроэнергии. Выбор экономически обоснованных сечений проводов и длин воздушных линий электропередачи способствует этому. В условиях рыночной экономики вероятность вложения капитала в тот или иной инвестиционный проект определяется сроком его окупаемости, рентабельностью, возможными рисками снижения доходности инвестиций. При вводе новой электропередачи необходимо решение вопроса её прибыльности или убыточности, причем должны быть исследованы вопросы компенсации затрат внутри группы её потребителей.

Математические модели выбора оптимального варианта конфигурации распределительной электрической сети структурно состоят из двух частей. Первая – крите-

риальная функция, оптимальное значение которой отыскивается. Вторая часть модели состоит из ограничений, накладываемых на искомые переменные критериальной функции. В ограничениях отражаются основные технические зависимости решаемой задачи.

При постановке задачи по выбору рациональной конфигурации возникает вопрос о выборе критерия оптимальности. К критериям оптимальности относятся: экономичность, качество электрической энергии, надежность эксплуатации, удобство и безопасность эксплуатации электрической сети.

Экономичность электрической сети зависит от затрат на сооружение и эксплуатацию проектируемого объекта. Качество электрической энергии характеризуется отклонением напряжения у потребителей. Надежность системы электроснабжения зависит от вероятности различных аварийных ситуаций. Удобство и безопасность эксплуатации определяются рядом факторов, которые трудно выразить математически.

Экономичность электрической сети может быть учтена в суммарных дисконтированных затратах. Качество и надежность могут быть учтены ущербом отклонения напряжения от допустимых значений, ущербом от перерывов электроснабжения. Эти критерии могут быть соизмеримы с помощью стоимостных оценок.

При сравнении вариантов электрических сетей с разными классами среднего напряжения, имеющих равные затраты или затраты, отличающиеся до 10 %, приоритет должен отдаваться варианту развития сетей с более высоким средним напряжением распределительной сети [4].

Учитывая отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и развития сетей, при реконструкции следует переходить на более высокие классы среднего напряжения. В случае если отсутствуют технические, экономические и другие условия для перевода распределительных сетей на более высокий класс среднего напряжения, в техническом задании на проектирование сетевого объекта должно быть предусмотрено выполнение линий электропередачи напряжением 10 кВ в габаритах и изоляции 20–35 кВ, что позволит в дальнейшем осуществлять перевод сетевого объекта на более высокий класс среднего напряжения без существенных затрат.

Список литературы

1. Жулев А.Н., Боков Г.С. Распределительный сетевой комплекс «Новости электротехники» № 4 (76). – 2012. – Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh/2012/76/03.php>.
2. Программа инновационного развития ОАО «ФСК ЕЭС» до 2016 года с перспективой до 2020 года [Электронный ресурс] // Федеральная Сетевая Компания Единой Энергетической Системы. – Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/sokr_PIR_2016.pdf.
3. Распоряжение Правительства РФ от 03.04.2013 N 511-р «Об утверждении Стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации».
4. Прогноз развития энергетики на период до 2040 года [Электронный ресурс] // ExxonMobil Решая сложнейшие задачи мировой энергетики. – Режим доступа: http://www.exxonmobil.com/RussiaRussian/PA/Files/Energy_Outlook_2012_Russian.pdf.

К.С. Ломова, О.Н. Хомякова, И.А. Кудрявцева, студенты магистратуры 3-го года обучения 19-й группы ФДПО направления «Агроинженерия»

Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент Т.А. Родыгина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Беспроводная передача электрической энергии с помощью СВЧ-сигнала

Электроэнергетика России – отрасль с большими инновационными возможностями. Ведущие международные электроэнергетические компании на своем примере показали, что, применяя последние технологические и инновационные решения, можно существенно снизить издержки, и перейти на новые ступени развития. Одним из большого множества этих решений является беспроводная передача энергии с помощью СВЧ-сигнала. Беспроводная передача энергии – это технология, существующая уже более полувека. Однако она стала широко использоваться лишь в последнее время, благодаря стремительным продвижениям в области технологий передачи, в т.ч. таких, как передача микроволновой энергии. В данной статье рассмотрим плюсы, минусы и ограничения технологии для Российского рынка. При дальнейшем развитии передача энергии СВЧ-сигналом может полностью изменить и улучшить как будущие, так и существующие технологии.

Ключевые слова: беспроводная передача энергии; передача микроволновой энергии; эффективность инноваций; электроэнергетика, ректенна.

Russian energy is an industry with great innovation potential. The experience of leading international electric power companies shows by example that the use of the latest technological and innovative solutions can significantly reduce costs, as well as move to new principles of organization of innovative development. One such solution is the wireless transmission of energy by means of a microwave signal. Power transfer from source to receiver is a technology that has existed for over a century. However, it has only been possible in recent years thanks to significant advances in the field of transfer technologies, including microwave transmission. This article discusses the advantages, limitations and disadvantages of technology for the Russian market. With due attention, the transmission of energy wirelessly can completely transform both existing and future technologies technology that has existed for over a century.

Key words: wireless power transmission; microwave power transmission; efficiency of innovations; electric power industry; rectenna.

Энергетика России является достаточно консервативной отраслью, заметно это особенно в отрасли инновационного развития.

Во-первых, это связано со стоимостью оборудования, ведь при обновлении требуются значительные инвестиции и большие сроки окупаемости затрат, а во-вторых, срок службы этого оборудования, составляющий несколько десятков лет. Например, если цикл устаревания и изменения IT технологий переворачивает весь облик отрасли примерно за год, то в энергетике такие изменения продолжаются несколько десятков лет. К тому же российская энергетика характеризуется низким уровнем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). К примеру, затраты на НИОКР в сетевых компаниях не превышают 0,9 % от выручки. Однако для обеспечения роста всех лидирующих международных энергетических компаний управление инновационными технологиями проявило себя эффективным инструментом.

Тем не менее, отставание, которое существует в российской энергетике по уровню внедрения современных технологий лишь повышает наличие возможностей, для осуществления которых понадобится эффективная система управления инновационным развитием.

При передаче энергии существующим способом требуется использование физической связи. Электрические сети в настоящее время обеспечивают электроэнергией миллиарды потребителей и охватывают почти весь земной шар. Поэтому и появляется большой интерес к беспроводной передаче энергии, то есть передачи энергии без физического соединения. Однако новыми исследования по беспроводной передаче назвать нельзя, т.к. исследования над такой энергией проводил еще Никола Тесла в начале 20-го века. Такая система работает путем преобразования энергии в микроволны через микроволновый генератор, а затем передает эту энергию туда, где она преобразуется и принимается обратно на специальном устройстве, которое называется ректенна.

Актуальность. В электроэнергетике внедрение новизны достаточно актуально, ввиду большого множества однообразного электрооборудования, похожих управленческих и технологических процессов. Тем не менее, в изменяемых условиях энергетики, а также с учетом постоянного переоборудования энергообъектов, ранее полученные данные с научной точки зрения, возможно, окажутся неинтересны. При чем, затраты могут и превысить доход, что неоднократно показывают результаты исследовательской деятельности (РИД). Поэтому решения о коммерческом использовании ранее созданных результатах исследовательской деятельности в каждом случае должно быть основано на сопоставлении имеющихся доходов и расходах.

Беспроводная передача электроэнергии весьма перспективное направление, т.к. в настоящее время традиционная передача электрической энергии от источника к потребителю осуществляется по линиям электропередачи (ЛЭП). Такая передача электроэнергии, несмотря на свою распространенность, требует громадных затрат на проектирование, строительство, обслуживание, ремонт и перенос линий.

Цель исследования – изучить технологию беспроводной передачи электрической энергии с помощью СВЧ-сигнала. Рассмотреть актуальность и целесообразность данной новизны.

Задачами исследования являются:

- сравнение традиционной сети с микроволновой энергией и определение ее места на рынке энергетики;
- рассмотреть основные принципы беспроводной передачи.

Материалы и методы исследования. При решении поставленных задач были использованы методы статистического и математического анализа. Было произведено обобщение и изучение тем по рассматриваемой технологии. Произведено сравнение логических закономерностей беспроводной передачи и существующих сетей.

Как показывают исследования, микроволновая передача энергии имеет большое количество преимуществ, в т.ч. беспроводная сеть может решить проблемы с занимаемыми местом опорами и повсюду тянущимися проводами, с которыми мы так часто сталкиваемся.

Как выше упоминалось, беспроводная передача энергии с помощью СВЧ-сигнала, определяется как передача мощности с помощью микроволн. В частности, такая

система преобразует мощность постоянного тока в микроволны и передает это СВЧ-излучение на цель, где эта энергия преобразуется из СВЧ-излучения обратно в ток.

В качестве передатчика микроволн через пространство могут использоваться различные устройства. Как наиболее часто используемое устройство преобразования мы будем пользоваться магнетроном.

Предметом многочисленных исследований является частота, которая передает микроволновое излучение в пространстве. Наиболее часто используемые частоты составляют 2,45 ГГц; 5,8 ГГц; 8,5 ГГц; 10 ГГц и 35 ГГц. Экспериментальные результаты показали, что 2,45 ГГц для передачи микроволн является наиболее эффективной частотой.

Таблица 1 – Таблица эффективности измерений и расчетов различных частот

Частота, (ГГц)	Измеренная эффективность, (%)	Расчетный коэффициент, (%)
2,45	93	91
5,8	85	77
8,51	63	65

Для СВЧ-сигнала передача микроволн необходима, однако наилучший результат в большей степени диктуется приемом этих микроволн

и преобразованием обратно в постоянный ток на приемном конце системы, т.е. от принимающей ректенны. Ректенна представляет собой антенну, которая соединена с выпрямляющей схемой. Эксперимент показал, что наибольшая эффективность для системы приемник-передатчик достигается при частоте 2,45 ГГц.

В итоге, ректенна у потребителя от генератора через антенну получает микроволновое излучение, микроволны проходят через фильтры и диоды, а затем проходит через схему выпрямителя, после чего энергия постоянного тока уходит к потребителю.

Есть некоторые очень интересные варианты использования беспроводной передачи энергии. Например, попробовать передать энергию солнечного света со спутников на землю при использовании СВЧ-луча. При использовании данного метода возможна полная ликвидация передачи энергии традиционным способом.

Однако беспроводная передача энергии имеет и явные ограничения, недостатки и даже риски. СВЧ-передача зависит от микроволн, которые передаются через окружающую среду. Таким образом, одна из используемых переменных передачи микроволн – это окружающая среда, благодаря которой и происходит перемещение. Т.е., эффективность передачи микроволн будет зависеть от предметов, которые попались на их пути. Передаче мощности с помощью СВЧ-луча могут помешать ветер, дождь, здания. Следовательно, передача мощности от источника к движущемуся объекту, особенно на больших расстояниях, чрезвычайно трудна в достижении.

Экономическая эффективность рассматриваемой инновации представлена в сравнении с существующей передачей электроэнергии по ЛЭП. Итак, магнетроны передают мощность до 100 кВт, поэтому и передачу рассматривать будем для сети 100 кВт.

Произведем расчет затрат рассматриваемой инновации. Цена передатчика на 100 кВт – 7 620 долларов, в рублях примерно составит 457 200 руб. Стоимость ректен-

ны ориентировочно 20 000 долларов или 1 200 000 руб. Итого сумма затрат составит: $457200+1200000=1\ 657\ 000$ руб.

Произведем расчет затрат на существующие способы передачи энергии: воздушные и кабельные ЛЭП. Затраты при строительстве воздушных ЛЭП 10 кВ, согласно сметам подрядных организаций, составят за 2 км линии в среднем 1 800 000 руб. Уже можно сделать вывод, что строительство ЛЭП ненамного дороже. Стоимость строительства КЛ за 2 км трассы состоит из 2 частей: цена за работы и цена за материал. За строительство трассы КЛ на 2 км подрядные организации берут примерно 3 300 000 рублей, стоимость самого кабеля мощностью 10 кВ (ААБЛУ 3*120) 695 руб./м или 1 390 000 руб. Итого, стоимость прокладки кабеля на 2 км составит 4 690 000 руб. Из расчетов видим, что затраты на строительство традиционных линий гораздо выше системы СВЧ-передачи.

Рассмотрим с экономической стороны передачу энергии каждым способом. Ранее исследованные данные беспроводной передачи энергии на расстояние до 2 км показывают КПД 80 %. У существующих способов передачи электроэнергии КПД достигает порядка 90 %. Расчет чистого дисконтированного дохода (ЧДД) показал, что при передаче 100 кВт мощности при текущей стоимости 4,44 руб. за 1 кВт*ч линия электропередач покрывает экономический эффект СВЧ-линии за 4 месяца. КЛ же не показала себя конкурентоспособной по сравнению с передачей СВЧ или ВЛ.

Экономическая обоснованность наблюдается только при использовании передачи не более 4 месяцев, но в этом случае мы не окупаем затраты на строительство. Однако если отсутствует технологическая возможность проложить воздушную линию, то интерес к беспроводным сетям возрастает. Это может быть как потребитель с изменяемыми координатами, так и труднодоступное место. Во втором случае есть возможность проложить кабельную линию, но при расчете мы увидели, что прокладка кабельной линии экономически не выгодна. В обоих случаях самым удобным и экономически выгодным вариантом будет СВЧ-линия.

Вывод. Беспроводная передача электроэнергии, является интересным и перспективным направлением развития в области электроэнергетики. Главный недостаток технологии, это более низкий КПД, чем у традиционных способов передачи. Этот недостаток со временем будет устраняться совершенствованием технологии передачи. Однако экономический расчет уже сейчас показал эффективность СВЧ-передачи выше, чем у кабельной

линии. Следовательно, беспроводные сети могут занять место кабельных линий.

Весьма перспективное использование СВЧ-передачи для подвижных и маломощных потребителей. Это могут быть: персональные устройства (телефон, компьютер), бытовая техника, дроны или роботы. Данное направление является перспективным будущим как для простых обывателей, так и военной промышленности.

Список литературы

1. Елгин А.А. Производство и передача электроэнергии : учеб. пособие. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 130 с.
2. Тетельбаум С.И. О беспроводной передаче электроэнергии на большие расстояния с помощью радиоволн // Электричество – 1945. – № 5. – С. 43–46.
3. Костенко А.А. Квазиоптика: историческиепредпосылки и современные тенденции развития // Радиофизика и радиоастрономия. – 2000. – Т. 5. – № 3. – 231 с.

Д.А. Русских, студент 443-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент О.Г. Долговых
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Проблемы реализации создания микроклимата при помощи введения искусственного интеллекта

Современные технологии выращивания овощей и земляных культур в тепличном хозяйстве требуют обеспечения жестких параметров микроклимата. Для его обеспечения в теплицах функционируют система полива, обогрева, вентилирования, освещения теплиц. Все основополагающие комплексы оборудования для поддержания заданных технологией выращивания культур параметров микроклимата в пространстве, отведенном для их размещения.

Ниже перечисляются основные параметры, влияющие на микроклимат закрытого грунта.

1. Температура воздуха – параметр выдерживается не только на определенном уровне, но также может и менять свое значение, в зависимости от технологии выращивания, что может быть и в довольно длительных сроках. Особенно для растений, имеющих плоды выше уровня грунта.

2. Температура грунта – параметр, к которому необходимо придавать большее значение, т.к. входит в температурный обмен с воздушной средой, а также непосредственно на корневую систему, что способствует непосредственному здоровью растения.

3. Влажность грунта и воздуха – вполне взаимосвязанные характерные показатели, без которых в закрытом грунте вырастить и получить урожай от культур невозможно. И при этом имеющие склонность изменяться с возрастом рассады и состояния растения.

4. Качество воздушной среды – живые организмы и бактерии выделяют разного рода газ, а растения их потребляют и перерабатывают, что собственно и сказывается на структурной основе цветущей зелени.

5. Качество почвы – на подобии пункта выше, растения получают полезные вещества и минералы через корневую систему, тем самым необходим строгий контроль содержания примесей и добавок.

6. Движение воздуха – от направления движения и интенсивности воздушных масс в закрытом грунте зависят прочие параметры микроклимата.

7. Уровень освещенности – при закрытом грунте один из главных факторов влияющих на фотосинтез растений.

Ознакомившись с основными параметрами, на которые нужно обращать внимание при закрытом грунте возникает вопрос о максимальной оптимизации и идеализации микроклимата. Особенно вопрос встает в климатических условиях России с суровыми зимами и холодными ветрами.

За границей активно проходит развитие тепличных комплексов с автоматизацией полива, вентиляции воздуха и обогрева закрытого грунта. Большинство комплексов переходят на данный момент от электрического обогрева к новым не энергоемким

способам, как, к примеру, обогрев теплиц тепловыми насосами в закрытом грунте. Система полива тоже переходит к новому уровню своего применения, преобладая уже с индивидуальным поливом каждого растения. По мере времени человеческие усилия приводятся к минимуму. Достижения и наработки зарубежных производителей уже сейчас благотворно влияют на урожайность закрытого грунта, но при этом не стоят на месте и постоянно испытывают новые скачки.

На российской территории данная отрасль закрытого грунта начинает развиваться. Происходит перестройка старых неэффективных комплексов, вводятся новые методы и технологии выращивания овощей, которые позволяют увеличить урожайность и качество получаемой продукции.

Появляются аналоги умных теплиц. В качестве оборудования используются форточные и принудительные вентиляторы воздуха, системы электро- и водоподогрева грунта на случай заморозков, контроль качества питательной воды и поступающего воздуха, комплексы полива и внесения жидких удобрений, а также системы контроля освещенности цехов. На смену традиционным методам посадки приходят новые, как, к примеру, применение минеральной ваты или гидропоники. Отдельно разрабатываются системы борьбы с вредителями и микроорганизмами, губительно влияющих на растения и вызывающих тератологический рост.

Сегодня, слаженную работу всех этих циклов, функционирующих объединено, можно считать на грани футуристического, но реализуемого. Если достигнуть успехов в программировании и проектировании мы получим цех с возможностью воссоздать идеальные условия для выращивания унифицированных культур. Таким образом мы получим повышенную урожайность за более сжатые сроки с минимальными затратами на выращивание и обслуживание.

На данный момент проблема заключается в несовершенстве действий исполнителей на производстве, что приводит к существенным погрешностям микроклимата и требует введения систем искусственного интеллекта для точного и своевременного контроля состояния рассады.

Сейчас активно используется мониторинг в тепличных помещениях при помощи датчиков освещенности, влажности, температуры, и так далее, тем самым по мере необходимости работники проводят нужные мероприятия. Встречаются комплексы, где проведена автоматизация процессов полива, вентилирования, поддержания температуры командным блоком и манипуляторами. Человеку остается малая задача – выполнять недоступные для автоматизации трудоемкие задачи по сбору и посадке, уходу за отдельной рассадой. Таким образом, современные автоматизированные комплексы имеют успех в своем применении, но требуют радикальных изменений для повышения эффективности.

Список литературы

1. Овощеводство / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин и др.; под ред. проф. Г.И. Тараканова и проф. В.Д. Мухина. – М.: Колос, 1993. – 511 с.
2. Овощеводство. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 431 с.
3. Овощеводство закрытого и открытого грунта. Современные теплицы. Классификация теплиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/7-ovoschi/13.htm>
4. Овощеводство закрытого и открытого грунта. Роль микроклимата в формировании урожая. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/7-ovoschi/21.htm>

М.А. Захаров, И.Ю. Брагин, студенты магистратуры 461-й группы
Научные руководители: кандидат технических наук, доцент В.А. Носков;
старший преподаватель П.Н. Покоев
ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»

Методы снижения потерь в силовых трансформаторах

Силовой трансформатор является одним из важнейших элементов каждой современной автоматизированной электрической сети. Передача электрической энергии на большие расстояния от места ее производства до места потребления требует в современных сетях нескольких преобразований в повышающих и понижающих трансформаторах.

Сегодня значительная часть силовых трансформаторов в энергосистемах России эксплуатируется за пределами стандартного срока службы, и многие из них были переработаны с повторной сборкой сердечника. Согласно результатам диагностических испытаний, фактические потери мощности в магнитных цепях этих силовых трансформаторов существенно отличаются от их паспортных данных. В то же время в существующих методах расчета потерь электроэнергии в сетях не учитываются время жизни силового трансформатора и наличие капитального ремонта при разборке магнитного сердечника. Это обстоятельство приводит к существенной ошибке в расчете потерь электроэнергии в магнитных сердечниках силовых трансформаторов и влияет на эффективность принятых мер экономии энергии.

В современных условиях важность задачи снижения потерь электроэнергии в сетях значительно возросла из-за того, что стоимость нормативных потерь является одним из компонентов тарифа на электроэнергию. Чрезмерные потери электроэнергии, не включенные в тариф, являются прямыми потерями электросетевых компаний, сбережениями от сокращения которых могут быть потрачены на реконструкцию сети, совершенствование организации передачи и распределения электроэнергии, повышение надежности и качества электроснабжения до потребителей, повышение заработной платы сотрудников, снижение тарифов на энергию. Однако глубокое знание причин потерь и способов их сокращения абсолютно необходимо для успешного развития и грамотного выполнения любых производственных операций во время сборки.

Цель исследования – рассмотреть методы снижения потерь мощности силового трансформатора.

Задачи: поиск существующих методов снижения потерь мощности трансформаторов в научно-технической литературе.

Результаты исследований. Как известно, потери мощности в трансформаторах можно разделить на две части:

$$P_0 = P_m + P_{ст},$$

где P_m – потери в меди, т.е. потери в обмотках трансформатора; $P_{ст}$ – потери в стали, т.е. потери в магнитопроводе трансформатора.

Общие потери в трансформаторе в трансформаторе состоят динамических и постоянных потерь. Динамические (нагрузочные) потери зависят от нагрузки трансформатора, а постоянные потери – это потери холостого хода.

Когда говорят об улучшении эффективности работы трансформатора, в первую очередь рассматривают возможность снижения потерь без нагрузки – постоянные потери трансформатора. Для уменьшения потерь в стали существует несколько способов. Первое – уменьшение величины магнитного потока F_0 . Однако это не самый выгодный способ, так как для создания той же ЭДС необходимо было бы увеличить количество витков в обмотке, т. е. использовать больше материалов, медных или алюминиевых проводов [1].

Более выгодно использовать другой способ: не уменьшать магнитный поток, а использовать такие электрические стали, которые будут иметь высокое сопротивление (уменьшить вихревые токи) и уменьшить гистерезисную потерю. Другой способ – провести магнитную систему из тонкоизолированных пластин, что резко снижает потери вихревых токов. КПД трансформаторов очень велика и для большинства из них составляет 98–99 % и более, но потребность в многократном преобразовании энергии и установке в трансформаторных сетях с полной мощностью в несколько раз больше, чем мощность генераторов, приводит к тому, что общие потери энергии во всем парке трансформаторов достигают значительных значений.

Увеличение стоимости энергии стимулирует сокращение как потерь холостого хода, так и нагрузки. За последние 30 лет потери в трансформаторах сократились в среднем на 50 %. Рассмотрим наиболее перспективные методы снижения потерь мощности в трансформаторах:

Использование анизотропной электротехнической стали. Снижение потерь тока без нагрузки в основном достигается за счет использования холоднокатаной электротехнической стали с улучшенными магнитными свойствами – низкими и чрезвычайно низкими удельными потерями и низкой удельной мощностью намагничивания.

В результате использования высокотемпературных Ni-В сталей вместо традиционных материалов потери энергии в магнитных цепях трансформатора были уменьшены на 7–20 %, токи возбуждения – на 20–55 %, уровень шума – на 2–7 дБ. [2].

Совершенствование конструкций магнитопроводов. Модификация соединения пластин в угловых секциях может привести к еще более заметным изменениям характеристик магнитных сердечников. Однако следует отметить, что условия работы трансформаторов специального назначения не всегда позволяют реализовать такие структурные изменения, как замена прямого соединения наклонным соединением пластин в угловых сечениях магнитных сердечников [3].

Приложенные структуры магнитных систем характеризуются использованием наклонных соединений пластин в углах системы, связующих стержней и нитей кольцевых бинтов вместо сквозных штифтов в старых конструкциях и многоступенчатой секции хомута в плоских магнитных системах. Широко используются пространственные магнитные системы стыков с стержнями, собранными из плоских пластин и с ярмами, намотанными из холоднокатаной стальной ленты. Эта конструкция позволяет снизить потребление активной мощности в стали и потерю холостого хода с увеличением тока холостого хода.

Лазерная обработка пластин магнитопроводов. Одним из наиболее перспективных бесконтактных методов снижения потерь намагничивания анизотропной электротехнической стали является лазерная обработка поверхности. При локальном лазерном нагреве в поверхностных слоях материала создаются термические напряжения,

изменяющие структуру доменной структуры в зонах, прилегающих к лазерному пути. Метод поверхностной обработки излучением твердотельных импульсных лазеров имеет несколько недостатков. Таким образом, создание высоких локальных напряжений в области обработки приводит к значительному уменьшению магнитной индукции. Из-за высвобождения большого количества тепловой энергии электрически изолирующее покрытие разрушается и поверхность металла расплавляется.

Поэтому, чтобы восстановить значение индукции и улучшить качество поверхности, необходима специальная обработка и повторное нанесение изолирующего покрытия. Кроме того, излучение импульсного лазера неэффективно для зерен с отклонением кристаллографической плоскости от плоскости прокатки более чем на 3° [4].

Заполнение промежутков в стыках материалом с высокой магнитной проницаемостью. При сборке магнитопроводов в местах стыка пластин неизбежно возникают воздушные зазоры, которые значительно увеличивают магнитное сопротивление сердечников и соответственно удельные потери в них. В этом случае изучается возможность улучшения свойств магнитопровода с прямолинейными соединениями электрических стальных пластин в угловых секциях путем заполнения воздушных зазоров в соединениях порошковым магнитным материалом с высокой магнитной проницаемостью. Как показывают исследования при заполнении пустот в местах стыка магнитопровода трансформаторов ферромагнитным порошком или ферромагнитной пастой потери холостого хода трансформатора можно снизить на 5–18 % [3].

Выводы.

После обзора вы можете определить способы снижения потерь: 1. Применение анизотропной электротехнической стали; 2. Улучшение конструкции магнитных цепей; 3. Лазерная обработка магнитных сердечников; 4. Заполнения зазоров в соединениях материалом с высокой магнитной проницаемостью.

Из приведенных выше методов последний можно выделить, поскольку он может использоваться как в сборке новых трансформаторов, так и при ремонте старых. В то же время характеристики старых трансформаторов после ремонта могут превысить показатели новых аналогичных трансформаторов с точки зрения потерь. Кроме того, он является наименее энергоемким по сравнению с другими методами.

Список литературы

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Учебник. – 10-е изд. / Л.А. Бессонов. – М.: Гардарики, 2002. – 638 с.
2. Миндлин Б.И. Изотропная электротехническая сталь: монография / Б.И. Миндлин, В.П. Настич, А.Е. Чеглов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006. – 239 с.
3. Гайдук С.П. Магнитостатические поля в сердечниках из пластин анизотропной электротехнической стали: дис...канд. физ.-мат. наук. – Харьков: Харьковский национальный ун-т им. В.Н. Каразина, 2002.
4. Буханова И.Ф. Лазерная обработка пластин магнитопроводов силовых трансформаторов / И.Ф. Буханова // Электротехника. – 2004. – № 1. – С. 39–40.
5. Покоев П.Н. Испытание трансформатора по уменьшению намагничивающей мощности / П.Н. Покоев, В.А. Носков // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 16–19 февраля 2016 года. В 3 т. – Т. 2. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 243–245.
6. Покоев П.Н. Ещё раз об испытаниях трансформатора по уменьшению намагничивающей мощности / П.Н. Покоев, В.А. Носков // Инновационные направления развития энергетики АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 40-летию факультета энергетики и электрифи-

УДК 620-91

А.В. Семакин, А.В. Иванов, студенты магистратуры 20-й группы ФДПО
Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент Л.П. Артамонова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Повышение эффективности работы отопительной котельной предприятия

Одним из известных мероприятий по повышению эффективности использования потенциала газообразного топлива в котлах является утилизация и снижение температуры уходящих продуктов сгорания. Результаты внедрения различных технических мероприятий – применение поверхностных экономайзеров, конденсационных экономайзеров, тепловых насосов и др., по снижению температуры продуктов сгорания приводят к существенной экономии топлива и повышению КПД котельного оборудования.

Котельная предприятия введена в эксплуатацию в 1966 году. В ней установлено три котла ДКВР 10/13 (станционный № 1, № 2, № 3), три водогрейных котла ПТВМ-30 М (один выведен из эксплуатации). Все котлы уже отработали назначенный ресурс и претерпели 10 капитальных ремонтов. Установленная мощность котельной – 79,5 Гкал/ч, в том числе водогрейной части – 67 Гкал/ч, паровой – 12,5 Гкал/ч.

В связи с изменением графика и специфики производства в настоящее время значительно снизилось потребление технологического пара, поэтому котел ДКВР ст. № 2 переведен в водогрейный режим для нужд теплоснабжения и горячего водоснабжения. На рисунке 1 изображена схема перевода парового котла ДКВР-10-13 в режим подогрева воды.

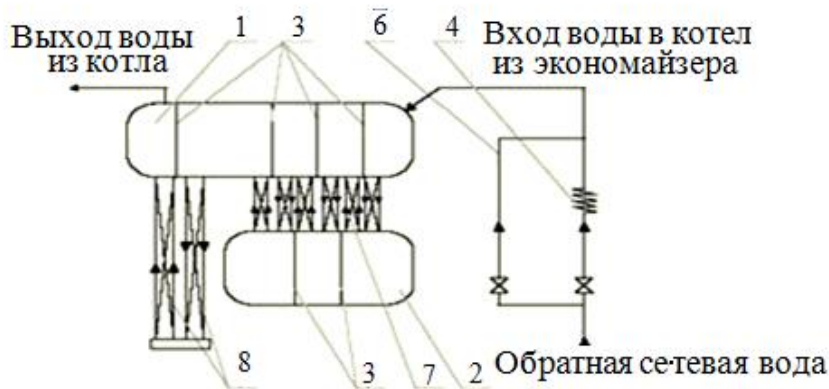


Рисунок 1 – Схема движения воды в котле ДКВР-10

1, 2 – верхний и нижний барабаны; 3 – перегородки разделительные; 4 – водяной экономайзер; 5 – байпас; 6 – экран; 7 – конвективный пучок, 8 – экранные трубы

В данной схеме предложен вариант установки водяного экономайзера (далее ВЭ) – обратная сетевая вода от потребителя поступает сначала в ВЭ, где подогревается и далее движется непосредственно в водяной циркуляционный контур котла [2]. Для котлов ДКВР наиболее часто применяют чугунные экономайзеры с ребристыми трубами.

С целью снижения температуры уходящих продуктов сгорания до критического минимума, необходимо создать большой расход воды через экономайзер.

Для исключения загрязнения и выпадения влаги и коррозирования металла труб ВЭ, необходимо держать температуру воды на входе в экономайзер не ниже 60 °С [1]. Поэтому предлагается выполнить подмес горячей котловой воды, который осуществляется на входе в водяной экономайзер с помощью линии рециркуляции. Данное мероприятие позволит также плавно регулировать расход сетевой воды и температуру на выходе из котла.

В таблице 1 приведены технические характеристики водогрейного котла ДКВР-10-13 ГМ, работающего на газе.

Таблица 1 – Технические характеристики парового котла ДКВР-10-13 ГМ переведенного в водогрейный режим

№ п/п	Наименование показателя	Численное значение
1	Теплопроизводительность (105 % от парового), МВт	7,94
2	Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа	1,3
3	Температура воды на выходе, °С	115
4	Температура воды на входе, °С	60–70
5	Расчетный КПД, %	91,7
6	Удельный расход условного топлива, кг/МВт (кг/Гкал)	1049 (992)

При условии сохранения вспомогательного оборудования: дымососов, вентиляторов и горелочных устройств достигается увеличение тепловой мощности реконструированного котла по сравнению с исходной моделью до 5 %. КПД котла в паровом режиме – 87 %, а после перевода в водогрейный режим и проведения режимно-наладочных испытаний в среднем составляет до 91,7 %. Экономия топлива предложенного технического решения по установке ВЭ составляет до 5 % [1].

Приведем пример ориентировочного расчета потери тепла с уходящими газами, как основной составляющей всех потерь для парового котла ДКВР-10-13.

Для удобства расчетов привяжемся к значениям параметров завода-изготовителя и эксплуатационных параметров действующего на предприятии котла без учета ВЭ. Расчет произведем по температуре уходящих газов, которая составляет 250 °С.

$$Q_2 = c \cdot V \cdot W \cdot t_{yx},$$

где Q_2 – потеря теплоты с уходящими газами, ккал/ч;

V – расход газа на котел, м³/ч (согласно данным завода-изготовителя «Бийского котельного завода» расчетный расход газа составляет 835 м³/ч);

W – объем продуктов сгорания, м³/ч (принимая укрупнено при сжигании газа при $\alpha=1,25$ образуется 13,1 м³ продуктов сгорания);

c – теплоемкость продуктов сгорания, ккал/м³·°С (принимая укрупнено для продуктов сгорания при сжигании газа 0,34 ккал/м³·°С).

$$Q_2=0,34 \cdot 13,1 \cdot 835 \cdot 250=929773 \text{ ккал/час} = 1081 \text{ кВт} = 1,08 \text{ МВт.}$$

Что составляет 13,6% от мощности котла. (см. таблицу, теплопроизводительность у реконструированного котла 7,94 МВт, а у парового на 5 % ниже, значит 7,18 и, следовательно, потери 15,1 %).

С учетом КПД котла ($\eta_k=0,87$), рассчитаем потерю действительного и условного топлива, где Q_H^p – низшая рабочая теплота сгорания топлива, для газа – кДж/м³, для условного топлива – кДж/кг:

$$P_T = \frac{Q_2}{\eta \cdot Q_H^p},$$

где $P_T = 1081/0,87 \cdot 33520 = 0,037 \text{ м}^3/\text{с} = 133,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ – расход газа;

$$P_T = 1081 \cdot 0,87 \cdot 29300 = 0,042 \text{ кг/с} = 152,7 \text{ кг/ч}$$
 – расход условного топлива.

Выполним тот же расчет с учетом установки ВЭ и снижении температуры уходящих газов до 130 °С:

$$Q_2=0,34 \cdot 13,1 \cdot 835 \cdot 130=483482 \text{ ккал/час} = 562 \text{ кВт},$$
 что составляет 7,08 % от Q_k .

$$P_T = 562/0,87 \cdot 33520 = 0,019 \text{ м}^3/\text{с} = 69,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$
 – расход газа

$$P_T = 562 \cdot 0,87 \cdot 29300 = 0,022 \text{ кг/с} = 79,4 \text{ кг/ч}$$
 – расход условного топлива.

Как видно из расчетов, с установкой ВЭ перед паровым котлом получаем ориентировочную экономию газа на котел 64,1 м³/ч, (что в условном топливе равно 73,3 кг/ч), соответственно годовая экономия топлива, с учетом 4000 часов работы котла, составит 256 тыс. м³, и повышение КПД котла до 5 %. Аналогичные расчеты для модернизированного котла, с учетом повышения КПД после перевода в водогрейный режим до 91 %, показывают, что экономия топлива составляет 256 тыс. м³.

Установка и эксплуатация ВЭ приводит к значительному повышению КПД, так как нагретая вода, поступающая в паровой или водогрейный котел, требует меньшего сжигания топлива для получения номинальных параметров. Для окупаемости затрат на установку ВЭ по предварительным расчетам потребуется порядка 3 лет.

Список литературы

1. Шадек Е., Маршак Б. Глубокая утилизация тепла отходящих газов теплогенераторов / Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. – 2014 // Научно-технический журнал «СОК». – № 2.

2. Шадек Е., Маршак Б., Крыкин И., Горшков В. Конденсационный теплообменник-утилизатор – модернизация котельных установок // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. – 2014. – № 3 (24).

Л.А. Камашева, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент Т.А. Родыгина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Комплексный характер мероприятий по энергосбережению на предприятии

Правовое регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на Законе Российской Федерации об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности [1]. Эффективная экономия энергоресурсов – одна из важнейших задач любого промышленного предприятия. Спрос на них постоянно растет, вместе с этим повышаются и тарифы на электричество, газ, тепло- и водоснабжение.

Высокая стоимость ресурсов при нерациональном их использовании повышает себестоимость продукции и делает производство менее конкурентоспособным по сравнению с более энергоэффективным бизнесом.

Поэтому так важно проводить постоянный контроль мероприятий по энергосбережению на предприятии, последовательно снижая потребление энергии.

Рассмотрим данные мероприятия на примере цеха по ремонту электрооборудования трамвайного депо № 2 МУП «Ижгорэлектротранс», который состоит из экспериментального, сварочного, малярного участков, токарного и испытательного участков, склада запчастей.

Оборудование цеха ремонта электрооборудования используется на протяжении последних 20 лет, что неблагоприятно сказывается на производительности труда и на качестве электротехнического ремонта. Из-за недостаточной освещенности рабочих мест, многие работники цеха жалуются на усталость глаз. В связи с этим, произведен расчет силовой и осветительной сети цеха, а также разработаны мероприятия по энергосбережению предприятия.

В производственном здании депо № 2 МУП «Ижгорэлектротранс» на данный момент используются светильники НСП-02 и НПП. Данные светильники установлены согласно устаревшему СНиП II-4-79, который в настоящее время уже не актуален.

В связи с этим было принято решение о замене имеющихся светильников на промышленные светодиодные светильники в соответствии со СНиП 23-05-95 [2], что будет оптимальным решением в процессе формирования внутреннего освещения для промышленных объектов, дающим возможность весомой экономии денежных ресурсов с поддержанием необходимого уровня света на предприятии.

Эксплуатируемая в рассматриваемом объекте проводка не менялась с начала 90-х годов, несмотря на изменяющийся парк электрооборудования цеха и не отвечает всем необходимым требованиям последней редакции правил устройства электроустановок. В связи с этим, в целях энергосбережения, было принято решение о проектировании актуальной схемы внутреннего электроснабжения цеха ремонта электрооборудования, занимающего большую часть одного из производственных зданий депо № 2.

Для обеспечения безотказной работы электротехнического оборудования служит система планово-предупредительного ремонта, производящегося в цехе ремонта элект-

трооборудования. Это связано с тем, что преждевременный износ отдельных частей и деталей электрооборудования выше допустимого может привести к аварийному выходу его из строя. Поэтому основной задачей технического обслуживания электротехнического оборудования является содержание его в постоянном рабочем состоянии.

Проведя анализ технологической схемы ремонта, можно сказать, что она вполне отвечает необходимым требованиям для обеспечения достаточно качественного ремонта электрооборудования. Однако, часть установок, используемых для ремонта, устарела и используется не в полную мощность. В связи с чем целесообразна их замена на более новое и менее мощное.

Таким образом для решения задачи по энергосбережению были проведены следующие мероприятия:

- 1) замена освещения на современное светодиодное, с целью повышения производительности труда и уменьшения затрат на электроэнергию;
- 2) замена устаревших станков на более эргономичные и современные;
- 3) замена печи на сравнительно маломощную.

Мероприятия по энергосбережению сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Комплекс мероприятий по энергосбережению для цеха

Мероприятие	Базовый вариант	Проектируемый	Планируемый результат
Освещение	Освещение лампами накаливания	Современное светодиодное освещение	Снижение затрат электроэнергии на освещение и уменьшенный расход денежных средств на расходники в связи с высоким сроком службы
Замена устаревших станков на более эргономичные и современные	Токарно-винторезный станок 1К62Д, 11 кВт	Токарно-винторезный станок CDS6250, 7,5 кВт	Повышение качества производимых работ и снижение затрат на электроэнергию
	Станок точильно-шлифовальный 3К634, 3,2 кВт	Станок точильно-шлифовальный Тч350, 2,2 кВт	
	Станок вертикально-фрезерный 675,1,62 кВт	Универсальный фрезерный станок ПРОМА FVV-30, 0,5кВт	
Замена печи отжига	Печь вакуумная 56,2 кВт	Печь универсальная ЦАЕИ 04.02.26, 21,5 кВт	Снижение затрат на электроэнергию
Замена сварочного выпрямителя	Сварочный выпрямитель ВДУ-506, 40 кВт	Сварочный выпрямитель СЭЛМА ВД-306С1, 19,2 кВт	

Предложенные мероприятия позволят повысить производительность труда на 30–40 % в связи с внедрением более современного оборудования, а также уменьшить затраты на электроэнергию как для целей освещения, так и производственных нужд.

Срок окупаемости капитальных вложений на данные мероприятия по энергосбережению составил:

$$T = K/\dot{Э}_T ;$$

$$T=298950/148411=2,1 \text{ года.}$$

Фактический коэффициент эффективности от вложений:

$$E_{\phi} = 1/T ;$$
$$E_{\phi}=1/2,1=0,476.$$

Кроме мероприятий по сбережению электроэнергии необходимо предусмотреть снижение расходов энергии в сфере теплоснабжения и водоснабжения, которое предполагает [3]:

- герметизацию окон, дверей, швов, инженерных коммуникаций, выходов вентиляции и подвалов: позволяет снизить потребление тепла на 15%;
- внедрение на предприятии узлов учета тепла: снижение потребления тепла на 25–30 %;
- внедрение подогрева полов с помощью отопительных пластиковых труб вместо традиционных отопительных систем: снижение расходов на отопление в 1,5–2 раза;
- установку на отдаленных объектах предприятия мини-котельных: уменьшение расходов на отопление в 2–6 раз;
- установку счетчиков воды: позволяет уменьшить расход воды в 2 и более раз;
- внедрение сенсорных смесителей, нажимных кранов: сокращение расхода воды в 3–6 раз.

С целью экономии тепловой энергии на предприятии нужно произвести тщательную наладку тепловых сетей, перейти на независимые схемы теплоснабжения. Также необходимо своевременно проводить профилактический осмотр и ремонт коммуникаций системы теплоснабжения.

Снижение расходов газа предполагает:

- внедрение при использовании нагревательных и кузнечных печей схем рекуперации и автоматизация процесса горения;
- подбор оптимальной мощности газового котла;
- утепление помещений, которые обогреваются газовым котлом.

К мероприятиям, снижающим энергопотребление предприятия за счет оптимизации работы канализации относятся:

- установка тепловых насосов с целью отбора тепла для обогрева из канализации и промышленных стоков;
- внедрение систем оборотного водоснабжения: позволяет уменьшить потребление воды до 95 %.

В заключение следует отметить, что энергетическое хозяйство и вся система энергетического обслуживания требуют высокой организации, адекватной уровню основного производства. Значение рациональной организации энергетических процессов в обеспечении бесперебойной и эффективной работы предприятий чрезвычайно велико. Оно создает условия для успешного выполнения предприятиями производственной программы, скорейшего освоения новой продукции, достижения высоких технико-экономических показателей.

Список литературы

1. Закон об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902186281> – Загл. с экрана.
2. СНиП 23-05-95 – «Естественное и искусственное освещение». – Введен 20.04.95.

3. Баринов А. Энергосбережения на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energylogia.com/>.

4. Аскеров А.Б., Иванов А.И., Оглобин А.А. Методическое пособие по анализу использования тепловой и электрической энергии на промышленных предприятиях. – М.: АМБ, 2001. – 126 С.

5. Байдаков С.Л., Рогалев Н.Д. О комплексном территориальном подходе к повышению энергетической эффективности // Энергосбережение. – 2002. – № 2. – С. 45–47.

6. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник для студентов высших учебных заведений. – 2-е изд. / Б.И. Кудрин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2009. – 672 с.

УДК 620-91

Г.И. Михайлова, студент магистратуры 28-й группы ФДПО

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент Л.П. Артамонова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Анализ состава примесей питательной воды для энергетических установок

Воду, используемую для конкретных целей, изготавливают по специальной технологии. Для того, чтобы очищенная вода соответствовала нормативным требованиям, необходимо правильно подобрать технологию очистки воды, знать химический количественный и качественный состав примесей, растворенных в воде.

Существует следующее условное разделение природной воды:

- атмосферная: это – дождь, туман, снег;
- поверхностная: вода озер, водохранилищ, рек, прудов, каналов и болот;
- подземная: грунтовая вода, вода шахтных колодцев, карстовых озер, артезианских скважин и наконец,
- морская вода морей и океанов.

Качество воды, то есть, количественный и качественный состав, содержащихся в воде примесей, определяет возможность ее использования для промышленных и бытовых целей.

Состав природной воды – это сложная многокомпонентная дисперсная система, в которую входят: соли (в виде ионов, молекулярных соединений и комплексов), органические вещества (в молекулах и коллоидных соединениях), газы (в молекулярных и гидратированных соединениях), диспергированные примеси, гидробионты (планктон, нейстон, пагон, бентос); вирусы и бактерии. Глинистые, гипсовые, песчаные и известковые частицы содержатся в природной воде во взвешенном состоянии; различные вещества органического происхождения, гидроксид железа (III), кремниевая кислота, гуматы, фульвокислоты – в коллоидном состоянии; а, обогащающие воду ионами, минеральные соли – в истинно растворенном состоянии [3]. Состав природной воды разнообразен и зависит от многих факторов, в виду чего существуют несколько систем классификации природной воды, предложенных исследователями на основе тех или иных характерных признаков.

Простейшая из них [3]:

- по содержанию воды, г/л: пресные – до 1; солоноватые – 1–3; засоленные – 3–10; соленые – 10–50.
- по величине рН, ед. рН: щелочные – 11–14; слабощелочные – 8–10; нейтральные – 7; слабокислые – 4–6; кислые – 1–3.
- по общей жесткости, ($\frac{\text{мг-экв}}{\text{л}}$): очень мягкие – до 1,5; мягкие – 1,5–3; умеренно жесткие – 3–6; жесткие – 6–9; очень жесткие – свыше 9.

По наиболее распространенной классификации О.А. Алекина, все природные воды подразделяются по преобладающему аниону на три класса: гидрокарбонатные (карбонатные), сульфатные и хлоридные. Далее, каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую (или натрий+калий). В свою очередь каждая группа – подразделяется на четыре типа вод, определяемых соотношением между ионами (*в мг-экв*).

- 1 тип характеризуется соотношением $\text{HCO}_3^- > (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$,
- 2 тип – $\text{HCO}_3^- < (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < (\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$,
- 3 тип – $(\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}) < (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ или, что то же самое, $(\text{Cl}^- < \text{Na}^+)$,
- 4 тип – $\text{HCO}_3^- = 0$.

По степени дисперсности (крупности) примеси природных вод делятся на истинно-растворенные (ионно-или молекулярно-дисперсные), коллоидно-дисперсные и грубодисперсные, называемые также суспензиями или взвесями[1].

Примеси, находящиеся в молекулярно-растворенном виде или в виде ионов, так называемые истинные растворы, являются гомогенными системами, в которых нет поверхностей раздела, отделяющих друг от друга части системы, различающиеся по свойствам. Гомогенная система, которая состоит из двух или более индивидуальных веществ, при размере частиц примесей воды меньше 10^{-3} мкм, называется однофазной.

Коллоидные растворы, суспензии или взвеси являются гетерогенными системами, в них есть поверхности раздела. Гетерогенная система является неоднородной многофазной системой, состоящей из не менее двух фаз, при размере частиц $>10^{-3}$ мкм.

Система классификации, разработанная Л.А. Кульским (таблица 1) базируется именно на фазном состоянии и дисперсности примесей воды. Данная классификация интересна тем, что, определяя состояние примесей в воде и устанавливая принадлежность к какой-либо группе, помогает сделать предварительный выбор комплекса методов и стадий очистки воды.

Таблица 1 – Классификация примесей воды

Группа	Наименование примесей	Размер частиц, мкм	Устойчивость
Гетерогенные системы (дисперсные системы)			
I	Взвеси	$>10^{-1}$	неустойчивые
II	Коллоидно-растворенные вещества	$10^{-1}-10^{-2}$	довольно устойчивые
Гомогенные системы (истинные растворы)			
III	Молекулярно-растворенные вещества	$10^{-2}-10^{-3}$	устойчивые
IV	Вещества, диссоциированные на ионы (электrolиты)	$<10^{-3}$	весьма устойчивые

Первая группа примесей проникает в воду вследствие эрозии слагающих ложе водоема пород и смыва с поверхности почв. Это нерастворимые в воде суспензии и эмульсии (а также планктон и бактерии), которые кинетически неустойчивы и находятся во взвешенном состоянии, благодаря гидродинамическому воздействию водного потока. В состоянии покоя эти примеси выпадают в осадок.

Вторая группа примесей представляет собой гидрофобные и гидрофильные органические и минеральные коллоидные частицы, вымываемые водой из грунтов и почв, а также нерастворимые и недиссоциированные формы гумусовых веществ, детергенты и вирусы, близкие по размерам к коллоидным частицам.

Третья группа примесей – это молекулярно-растворенные вещества (органические соединения, растворимые газы и т. п.).

Четвертая группа примесей – вещества, диссоциированные на ионы. В процессе гидратации кристаллическая структура этих веществ разрушается, и образуются гидроксиды металлов, устойчивость которых прямо пропорциональна их заряду и обратно пропорциональна радиусу [3].

На состав поверхностных и подземных вод существенное влияние оказывают промышленные предприятия, осуществляющие сбросы сточных вод и различных химических отходов неорганического и органического характера, в результате чего происходит загрязнение природной воды, что отрицательно влияет на объекты теплоэнергетики. То есть необходимо постоянное совершенствование технологии подготовки воды и водно-химических режимов на котельных и ТЭС [2].

Список литературы

1. Громогласов А.А. Водоподготовка: процессы и аппараты. Учебное пособие для вузов / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.П. Пильщиков. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.
2. Гужулев Э.П. Водоподготовка и вводно-химические режимы в теплоэнергетике: учеб. пособие / Э.П. Гужулев, В.В. Шалай, В.И. Гриценко, М.А. Таран. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 384 с.
3. Фрог Б.Н. Водоподготовка. Учебн. пособие для вузов / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.

УДК 620-91

А.А. Пономарев, студент магистратуры 462-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент Л.П. Артамонова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Анализ причин низкой надежности городских тепловых сетей

За сто лет развития российская система теплоснабжения стала самой большой в мире: на ее долю приходится более 44 % мирового централизованного производства тепловой энергии. В то же время она отличается крайне запущенным состоянием. По данным, опубликованным в журнале «Энергосбережение» № 2/2010, система теплоснабжения России состоит из 50 тысяч локальных систем теплоснабжения, обслуживаемых 17 тысячами предприятий. Ни одна страна в мире не может сравниться с Россией по масштабам систем теплоснабжения.

Что касается эффективности производства и распределения тепловой энергии в целом по стране за эти годы, то она практически не изменилась.

Техническое состояние тепловых сетей многих населенных пунктов неудовлетворительное: отсутствует гидроизоляция, что приводит к увеличению потерь и повышению расхода топлива; отсутствие химводоподготовки на котельных приводит к значительной коррозии и снижению долговечности тепловых сетей. Отложение соединений железа на стенках труб приводит к уменьшению пропускной способности трубопроводов, перерасходу топлива и электроэнергии.

подавляющее большинство систем теплоснабжения работает с большим перерасходом топлива и электроэнергии. В целом удельное потребление энергоресурсов на одного человека в России превышает среднеевропейские показатели (по теплу в 2-3 раза, по воде в 1,5–2 раза).

подавляющее большинство теплоснабжающих организаций не может предоставить качественные услуги в соответствии с действующими нормативами (температура воздуха внутри отапливаемых помещений должна быть 18–20 °С, температура воды на нужды горячего водоснабжения – 60 °С).

Перечисленные выше проблемы теплоэнергетики характерны для всей отрасли, как в крупных городах, так и в средних поселениях, в том числе и в городе Ижевск. В принципе в каждом городе, казалось бы, при общих проблемах, подходы могут совершенно разные, с учетом местных условий, но задача оптимизации теплоснабжения является приоритетной для всех органов местного самоуправления, поскольку теплоэнергетика является ключевым звеном реформирования жилищно-коммунального хозяйства.

В настоящее время в Ижевске сложились две независимые системы централизованного теплоснабжения. Система централизованного теплоснабжения группы ПАО «Т Плюс», охватывающая практически всю территорию нагорной части города, сформирована на базе крупнейших источников тепла г. Ижевска – ТЭЦ-1 тепловой мощностью 615 Гкал/час и ТЭЦ-2 тепловой мощностью 1474 Гкал/час, а также 2 крупных промышленных котельных ОАО «Буммаш» и ФГУП «Ижевский механический завод».

Система централизованного теплоснабжения заречной части города (Ленинский район) сформирована на базе двух крупных ведомственных котельных, принадлежащих ООО «РТК», расположенных по 13-й улице (основная площадка) и ул. Лесозаводской, 23.

Кроме того, в городе имеется ряд крупных промышленных (24 общей мощностью 2471 Гкал/час) и муниципальных (32 общей мощностью 117 Гкал/час) котельных, являющихся источником теплоснабжения не только собственной промплощадки и соседних предприятий, но одновременно снабжающих теплом и прилегающие жилые районы.

На централизованное теплоснабжение принимается вся жилая и общественная застройка. Сохраняемая усадебная и новая коттеджная застройка централизованным теплоснабжением не обеспечивается (имеет децентрализованное теплообеспечение от локальных котельных или автономных теплогенераторов).

Между администрацией города Ижевск и ООО «Удмуртские коммунальные системы» (дочерняя компания ОАО «РКС») 5 декабря 2007 г. подписан договор аренды городских объектов теплоснабжения, согласно которому компания с января 2008 года приступает к обслуживанию городской инфраструктуры теплоснабжения, обеспечивает производство и бесперебойную подачу потребителям Ижевска тепловой энергии и горячей воды. Договор заключен по результатам конкурса, проведенного администра-

цией города в сентябре 2007г. Он предусматривает срок аренды коммунального имущества до одного года с правом дальнейшего подписания долгосрочного договора сроком до 25 лет. Под управление ООО «УКС» передается около 90 % коммунальных энергообъектов города.

Система теплоснабжения города Ижевск имеет свои достоинства и недостатки. Для примера рассмотрим участок в Октябрьском районе. Октябрьский район является сложным, он в себе сочетает жилые дома, административные здания повышенной важности, а также объекты соц. сферы (детские сады, школы, больницы). Все эти объекты нуждаются в бесперебойной и качественной поставке тепловой энергии. Однако это практически неосуществимо, потребители часто сталкиваются с перебоями в поставках тепловой энергии. Причиной тому являются существующие в системе теплоснабжения проблемы, часть которых показана в таблице 1.

Таблица 1 – Причины низкой технологической надежности тепловых сетей г. Ижевска

№ п/п	Проблема	Причины	Последствия
1	Периодически поступают обращения от потребителей на некачественное предоставление услуги ГВС ($t < 60^\circ$).	Трубопроводы ГВС забиты отложениями солей и шлама; отсутствует циркуляция ГВС (ГВС работает по тупиковой схеме)	Конечные дома в тупиковой схеме получают плохие параметры ГВС, т.к. вода застаивается в трубопроводе.
2	Ненадлежащее содержание оборудования тепловых камер	Не производится ревизия запорной арматуры, вследствие чего запорная арматура в таких тепловых камерах не используется по назначению	При плановых или аварийных отключениях отопления и ГВС, из-за отсутствия работающей запорной арматуры, зачастую отключается не один объект, а вся ветка. И из-за этих действий, большое количество людей остается без отопления, сливается существенный объем теплоносителя (т.к. сливается вся ветка), дежурный оповещает больше потребителей.
3	Нерациональное использование рабочего времени для оповещения потребителей тепловой энергии о плановых и аварийных работах на участках тепловых сетей	Отсутствие электронной системы оповещения	Оповещения потребителей производятся по телефону. Большая часть рабочего времени дежурного, уходит на передачу телефонограмм в адрес потребителей тепловой энергии
4	Завышение температуры обратной сетевой воды.	Завышены объемы циркуляции обратной сетевой воды, увеличено количество обратной воды на выходе у потребителя	Увеличение расхода электроэнергии на сетевых насосах источников на перекачку лишнего количества воды; увеличенное количество обратной воды, на выходе от потребителя нарушает гидравлический режим всей системы теплоснабжения
5	Плохой гидравлический режим. Низкое давление в обратном трубопроводе в районе площади.	Центральная площадь города Ижевска, расположена в самой высокой точке. Поэтому там самое низкое давление в системе теплоснабжения	В летний период на объектах данного участка города почти отсутствует теплоноситель в обратном трубопроводе.

Для обеспечения эффективной работы систем теплоснабжения города и улучшения состояния окружающей среды требуется выполнение мероприятий по следующим направлениям:

- поэтапная замена морально и физически устаревшего оборудования на основных источниках на автоматизированные котлоагрегаты нового поколения с высокими техническими и экологическими характеристиками;
- строительство новых теплоисточников с использованием элементов малой энергетики;
- использование автономных теплогенераторов современных модификаций, работающих на едином энергоносителе – газе;
- ликвидация мелких нерентабельных котельных;
- организация учета тепла у потребителей;
- корректировка «Схемы теплоснабжения» города.

Решив часть этих проблем можно существенно повысить надежность теплоснабжения города Ижевска. Уменьшится нагрузка на абонентскую службу. Уменьшится потребление электрической энергии на ЦТП. Изменится отношение клиентов к ресурсоснабжающей организации.

УДК 007.52:63

Д.А. Сычугов, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.П. Кондратьева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Робототехника в сельском хозяйстве

Центральное звено современного АПК большинства стран – сельское хозяйство. Сельское хозяйство является одной из наиболее важных отраслей экономики любой страны. Перечень продуктов сельскохозяйственной отрасли обширен: овощей и фруктов, поставляемых на прилавки магазинов, комбикормов, предназначенных для кормления животных, до сырья, используемого в различных отраслях промышленности.

Организация Объединенных Наций опубликовала прогноз населения нашей планеты к 2050 году, согласно которому население Земли увеличится на 2,5 миллиарда человек и составит 9,1 миллиардов человек [1]. Поэтому для удовлетворения такого спроса производство сельскохозяйственной продукции должно увеличиться на 25 %. Сельское хозяйство – это серьезный бизнес каждой страны, поэтому необходимо своевременно осуществлять процесс внедрения и использования мехатроники и робототехники в этой области.

Гипотеза. Сейчас практически все развитые страны работают над переходом к безлюдному автоматизированному сельскому хозяйству на основе широкого применения мобильных и стационарных роботов. Эта область является очень наукоемкой, так как использует технологии искусственного интеллекта и требует изучения языков программирования [7]. Роботы способны выполнять различные операции – обработку

почвы, ее удобрение, посев, посадка, доение скота, стрижка шерсти, кормление, сбор урожая [2]. Основная проблема состоит в том, что задачи, которые необходимо выполнять автоматизированной машине, достаточно сложны (например, сбор ягод) и имеют индивидуальный характер. Машина должна проанализировать готов ли этот продукт, можно ли приступить к его сбору или необходимо, чтобы он достиг фазы созревания, что не хватает тому или иному растению или животному, соответствуют ли условия микроклимата, и т.д. Исполнительные механизмы, как правило, оснащены следящими приводами, функционирующими в комплексе с первичными преобразователями сигнала (датчиками), работающими на различных физических принципах – давление, сила, светочувствительность, спектральный анализ – в зависимости от специфики выполняемого технологического процесса и критериев оценки качества его выполнения [3].

Как ожидается, применение таких систем позволит добиться роста производительности на фоне повышения рентабельности, что обеспечивает снижение себестоимости продукции [4].

Уже сейчас существует такой робот, который самостоятельно собирает томаты. По внешним параметрам электронный помощник по сбору томатов схож со стеллажом. Машина движется при помощи рельса, находящегося между рядами. Благодаря системе технического зрения для статических и динамических объектов [3], со способностью распознавать изображения, техника может обнаруживать цель и различать степень спелости плода [5]. Также создан робот собирающий клубнику, Используя алгоритмы интеллектуального машинного зрения и 3D-печатную руку, он может определять, когда клубника созрела, а затем просто срывать ее. Он способен распознавать только спелую клубнику, перемещаться с сантиметровой точностью по теплице и не наносить никакого ущерба плоду, срывая его, т.к. использует мягкий захват, который распределяет нагрузку по всей поверхности клубники [6]. К ним также можно отнести зерноуборочные и почвообрабатывающие сельскохозяйственные машины, которые работают по GPS, летательные дроны.

Заключение. В настоящее время разработанные прототипы агропромышленных роботов, созданных в различных странах, уже могут функционировать на полях и фермах, но являются мелкосерийными образцами, некоторые модели являются опытными и находятся в разработке, но это является лишь делом времени и количество таких машин будет только расти. В будущем роботы будут использоваться для выполнения большинства задач – от посева и подкормки до применения химикатов.

Список литературы

1. Елизарова А.В. Состояние и перспектива развития мехатронных систем в сельском хозяйстве / А.В. Елизарова, В.В. Елизаров, Н.Н. Устинов // Молодой ученый. – 2016. – № 27. – С. 73–75.
2. Искусственный интеллект в АПК: роботы, компьютерное зрение и весы для свиней [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/news/indst/iskusstvennyj-intellekt-v-apk-roboty-kompyuternoe-zrenie-i-vesy-dlya-svinej.html> – Загл. с экрана.
3. Кондратьева Н.П. Система технического зрения для статических и динамических объектов предприятий АПК / Н.П. Кондратьева, М.Г. Соколов, Р.Г. Кондратьев, Р.Н. Петров // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4 (41). – С. 37–40.
4. Роботы в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mforum.ru/news/article/111773.htm> – Загл. с экрана.

5. Робот для сбора томатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foodbay.com/wiki/selkhoz-industrija/2018/09/28/robot-dlya-sbora-tomatov-prohodit-testirovanie-v-yaponii/> – Загл. с экрана.

6. Робот для сбора клубники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://robotics.ua/news/agriculture_robots/6575-robot_dlya_sbora_klubniki_octinion_video – Загл. с экрана.

7. Кондратьева Н.П. Обоснование освоения языков программирования при разработке автоматизированных систем для реализации инновационных электротехнологий на предприятиях АПК / Н.П. Кондратьева, М.Г. Соколов // Инновационные электротехнологии и электрооборудование – предприятиям АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 35-летию факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства, 20 апреля 2012 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 68–71.

УДК 621.1

А.В. Иванов, А.В. Семакин, студенты 20-й группы ФДПО;

Н.В. Микрюкова, студент 19-й группы ФДПО

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Л.А. Пантелеева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Автоматизация узлов учета тепловой энергии

Энергосбережение тепловой энергии зависит от оперативной и точной информации о производстве и непосредственном потреблении энергоносителей. В последнее время неуклонно растет интерес к новым технологиям в сфере использования узлов учета тепловой энергии их автоматизации и диспетчеризации.

В данной статье выработано техническое решение по автоматизации приборного парка учета тепла на котельной, что позволит отказаться от ручного съема показаний, повысить надежность работы как теплоисточника, так и потребителей. Регистрация параметров работы таких как температура в подающем и обратном трубопроводах, расходы теплоносителя характеризует качество теплоснабжения и позволяет оперативно реагировать и управлять энергооборудованием.

Теплоснабжающие организации заинтересованы в установке автоматизированных узлов учета тепловой энергии, в том числе и на стороне потребителя. Во-первых, в условиях современной рыночной экономики «энергетики» ориентируются на получение прибыли от реализации тепловой энергии. Расчеты по эмпирическим формулам по проектной нагрузке за потребленное тепло не соответствуют реальному потреблению, так как фактические потери даже в несколько раз выше нормативных.

Во-вторых, внедрение автоматизированного прибора учета прямопропорционально приводит к экономии затрат на производство тепловой энергии и, соответственно, снижению себестоимости тепловой энергии. В связи с тем, что основной составляющей статьей себестоимости является снижение потребления топлива для выработки тепла.

Ключевые слова: узел учета тепловой энергии; автоматизация приборов учета; тепловые сети и пункты; эффективность применения.

One of the well-known measures at the current stage of energy development to improve the efficiency of using the potential of gaseous fuels in boilers is the utilization and reduction of the temperature of the heat of the outgoing combustion products. The results of the implementation of various technical measures—the use of surface economizers, condensing economizers, heat pumps, etc., to reduce the temperature of combustion products lead to significant savings in the top and increase the efficiency of boiler equipment.

In this article the technical solution is developed and the technology of utilization of thermal energy of flue gases of station steam and hot-water boilers DKVR-10-13 is offered. A specific scheme of the use of heat of combustion products is proposed, as well as the operational characteristics of the boiler equipment are described, the installation of a heat exchanger-a water economizer is proposed. The efficiency of the boiler plant was also calculated by comparative analysis with and without water economizer.

It is concluded that with the help of a water economizer it is possible to increase the efficiency of the installation according to two dependent criteria: to reduce the temperature of the outgoing combustion products at the outlet of the boiler and at the same time to heat the water supplied to the boiler drum, which in turn leads to fuel economy.

Key words: thermal energy accounting unit; automation of accounting devices; heat networks and points; application efficiency.

Актуальность. Научно-техническая статья посвящена рассмотрению автоматизации узлов учета тепловой энергии с точки зрения оперативного и своевременного сбора данных с приборов учета.

Цель: выработка и предложение технических решений, целесообразность и эффективность автоматизации узлов учета тепловой энергии.

Задачи: подключение центральных тепловых пунктов (далее ЦТП) или индивидуальных тепловых пунктов (далее ИТП) к тепловым сетям сбора показаний позволяет вести контроль, управление оборудованием тепловых пунктов, поддерживать требуемые параметры теплоносителя в системах отопления, горячего водоснабжения и вентиляции.

Материал и методы. Выполнен анализ литературных источников и материалов по автоматизации узлов учета тепловой энергии и эффективность ее применения в современных условиях

Рост цен на энергетические ресурсы, появление дополнительных стимулов для экономии, как у потребителей тепловой энергии, так и у теплоснабжающих организаций, а также появление современных систем учета тепла послужили основой для внедрения автоматизации узлов учета для сбора, обработки и передачи информации о качестве и количестве теплоносителя на диспетчерские пункты управления и контроля теплоснабжения [1, 3].

На практике каждая из исследуемых котельных имеет свои индивидуальные особенности и требует особых подходов к построению и реализации алгоритмов автоматизации узлов учета [2]. Основными характеристиками, которые оказывают существенное влияние на реализацию автоматического учета, являются: количество и диаметры магистральных тепловых сетей, подпитка, восполняемая потери в связи с утечкой [4]. В общем же случае структура построения программно-технического комплекса автоматической системы контроля и измерений учета тепловой энергии (далее ПТК АСКУИ) одинакова.

Рассмотрим конкретную отопительную котельную и выработаем техническое решение по автоматизации узла учета тепловой энергии.

Котельная введена в эксплуатацию в 1966 году. В котельной предприятия установлено два паровых котла ДКВР 10/13 (станционный № 1, № 3), один ДКВР 10/13 (№ 2) переведен в водогрейный режим, три водогрейных котла ПТВМ-30М (один выведен из эксплуатации). Установленная мощность котельной – 79,5 Гкал/ч, в том числе водогрейной части – 67 Гкал/ч, паровой – 12,5 Гкал/ч. Теплоснабжение от котельной осуществляется по 2-м тепломагистралям условным диаметром

$d_y=400$. Учет тепловой энергии осуществляется расчетным путем, согласно показаний приборов учета. В качестве расходомеров на подающем, обратном и подпиточном трубопроводах установлены сужающие устройства – дроссельные шайбы. На сегодняшнем этапе развития энергетики данные устройства уже морально и физически устарели. Основными недостатками данных расходомеров являются: высокая погрешность измерений – от 1 до 4 %, невозможно измерить расходы теплоносителя при менее 30 % от номинального из-за высокой погрешности измерений (особенно в летнем режиме работы).

Потери давления на участке сужения при рабочем давлении в подающем трубопроводе 0,78 МПа составляют до 0,08 МПа, следовательно, для поддержания гидравлического режима требуется увеличивать давление на нагнетании сетевого насоса, что приводит к перерасходу электроэнергии собственных нужд.

В качестве расходомеров счетчиков воды в подающем, обратном трубопроводах тепломагистралей диаметрами 400мм и подпиточном – $d_y=100$ предлагается установить ультразвуковые со стационарными пьезодатчиками [6]. Расходомеры имеют два канала (два луча) измерения расхода по каждому трубопроводу, обеспечивают измерение расхода теплоносителя в диапазоне 250...2500 м³/час (для подпитки 5...50 м³/час) с величиной относительной погрешности не более 0,5 % [5].

В качестве датчиков давления предлагаем применить датчики с выходным унифицированным токовым сигналом 4...20 мА. Для измерения температуры предлагаем применить термометры сопротивления типа ТСП [2, 3]. Все показания измерений теплоносителя (датчиков давления, температуры, расхода) сводятся в единый программируемый контроллер-тепловычислитель, который будет рассчитывать всю отпущенную тепловую энергию и передавать на сервер данных на пульте управления оператором котельной [2, 3].

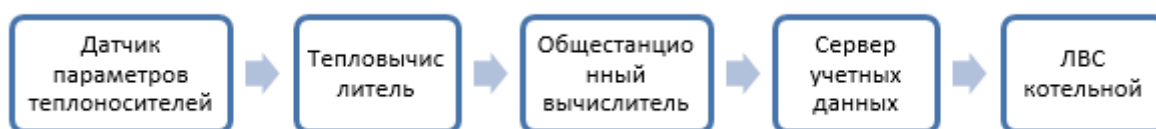


Рисунок 1 – Принципиальная схема автоматизации учета тепла

Сервер программируется под существующие параметры тепловой сети и выполняют следующие функции: сбор данных с теплосчетчика; хранение данных; обеспечение доступа пользователей к данным; анализ данных и оповещение оператора о наступлении «нештатного режима» [2, 3].

Выводы. Внедрение АСКУИ существенно повысит оперативность и точность учета отпущенной тепловой энергии и теплоносителей и полный уход от бумажного документооборота по расчетам. При этом погрешность измерений уменьшается за счет применения современных датчиков и теплосчетчиков с 4 % до 0,5 %. В условиях зимнего максимума при среднечасовом отпуске 5 Гкал/час ориентировочная экономия составит – 2 Гкал/ч. Годовая экономия составит 9700 Гкал – около 25 % всей отпущенной тепловой энергии.

Результатом выполнения автоматизации узла учета тепловой энергии является создание не только комфортных условий в жилых помещениях и требуемых параметров для нужд отопления и горячего водоснабжения, а также реальная годовая экономия потребления тепловой энергии. В переходных периодах при температуре наружного воздуха от 0 до +8 °С экономия энергопотребления достигает 40 %.

Возможность автоматического ежеминутного контроля данных о теплоносителе дает полную информацию об эффективности теплосъема, гидравлическом режиме, утечкам сетевой воды и подмесам водопроводной воды – в целом влияние на экономику и финансовый результат работы котельной.

Список литературы

1. Карпов В. Автоматизированная система контроля и качества предоставления коммунальных услуг населению. – 2007 // Научно-технический журнал «Современные технологии автоматизации». – № 4. – 20–24 с.
2. Магадеев В.В. Источники и системы теплоснабжения. – М.: Энергия, 2013. – 272 с.
3. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств. – М.: Издательство Форум, Инфра-М, 2015. – 224 с.
4. Смородин С.Н., Белоусов В.Н., Лакомкин В.Ю. Системы и узлы учета расхода энергоресурсов: учебное пособие. – СПб.: СПбГТУРП, 2014. – 22 с.
5. Соколов Е.Я. Тепловые и тепловые сети. – М.: МЭИ, 2001. – 472 с.
6. Kolosov M.V., Mihailenko S.A. Analis potenciala energosberezheniia v teplovih setiah [The analysis of energy saving potential in heating systems]. – Moscow, 2013. – № 3.

УДК 62-83(078)

С.А. Галичанин, А.С. Булдаков, студенты магистратуры 461-й группы ФЭЭ
Научный руководитель: доцент Г.М. Белова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Экономия электроэнергии в электроприводе

На сегодняшний день основным потребителем электроэнергии, почти 80% от производимой электроэнергии РФ, приходится на электропривод [2].

В молочной промышленности Удмуртии 75 % составляет асинхронный электропривод для привода различных машин и насосов.

Современный уровень электротехники, обеспечивший производство недорогих, надежных, быстродействующих, простых в эксплуатации преобразователей частоты, стал основой для внедрения регулируемого электропривода, позволяющего экономить электроэнергию за счет более точного учета особенностей работы исполнительных механизмов и улучшения условий работы самого асинхронного двигателя. Развитые разнообразные устройства визуализации, возможность совместной работы с компьютером обеспечивают удобную диспетчеризацию, учет и анализ потребления электроэнергии [4].

Простота ввода в эксплуатацию преобразователей частоты позволяет заказчику частично или полностью автоматизировать свое производство своими силами, т.е.

значительно повысить производительность, снизить количество сотрудников и требуемого оборудования на единицу продукции.

Возможность быстрой настройки параметров, учета особенностей работы приводного механизма, интуитивно понятый интерфейс программного обеспечения и возможность настройки режимов работы on-line с помощью программного осциллографа позволяет разнообразить потребительские свойства производимого оборудования, т.е. значительно увеличить номенклатуру производимого оборудования и его конкурентоспособность.

Огромная доля электроэнергии, переребатываемой асинхронным электроприводом, ужесточает требования к эффективности работы самого асинхронного двигателя.

Благодаря применению современных магнито- и электропроводящих материалов и исходя из опыта проектирования асинхронных двигателей, производятся и поставляются электродвигатели с повышенным коэффициентом полезного действия, соответствующим классу EFF1 соглашения SEMEP, мощностью до 90 кВт включительно [4].

В наиболее широко применяемых двигателях малой мощности увеличение КПД составляет 7–10 % по сравнению со стандартными. Поскольку в реальных условиях длительная нагрузка двигателей редко составляет 100 % номинальной, и чаще двигатели длительно эксплуатируются при меньших (до 75 % от номинальной) нагрузках, то двигатели класса EFF1 спроектированы таким образом, что в пределах от 75 до 100 % номинальной мощности величина КПД практически одинаковая.

Экономия электроэнергии, которая достигается применением данных электродвигателей, оценивается до 40 % за срок службы двигателя. Максимальный срок окупаемости дополнительной стоимости – 1–3 года.

Высокий КПД достигается снижением потерь, что означает меньший нагрев двигателя. Это, в свою очередь, приводит как к улучшению условий работы изоляции и подшипниковых узлов, снижая общие эксплуатационные расходы, так и к понижению уровня шума, благодаря применению менее мощных, следовательно, менее шумных вентиляторов.

Кроме этого, есть системы электропривода, которые работают циклами. Это системы электропривода водоснабжения, теплоснабжения и вентиляции. Даже в течение дня нагрузка на двигатель может колебаться в пределах 80 %.

Суть электроснабжения регулированием электропривода в системах с колеблющейся нагрузкой заключается в потреблении в каждый момент мощности, необходимой для работы приводного механизма в данный момент.

Достигается это регулированием электропривода с помощью преобразователей частоты. Преобразователь частоты таким образом изменяет соотношение подаваемых на двигатель напряжения и частоты питания, что двигатель потребляет в данный момент мощность, точно соответствующую требуемой мощности на нагрузке [1]. Изменение потребляемой мощности возможно произвести вручную с пульта управления преобразователя или автоматически с помощью обратной связи от датчиков давления, расхода и т.п. Наличие встроенных регуляторов для датчиков, панелей управления с индикацией технологического параметра, встроенной температурной защиты, защиты от перенапряжений и максимальных токов, функции безопасного останова делает под-

ключение преобразователей к существующим системам привода доступной для более или менее квалифицированного персонала [2].

Экономия электроэнергии при этом оценивается от 35 до 65 %. Одновременно экономятся вода, тепло – оценочно до 15 %.

Дополнительной экономии электроэнергии в электроприводе с циклической нагрузкой можно добиться с помощью тонкой настройки преобразователя частоты, при которой электродвигатель работает с оптимальным КПД в широком диапазоне изменения величины нагрузки и скорости [3].

Таким образом, экономия электроэнергии в электроприводе может осуществляться за счет внедрения регулируемого электропривода, автоматизации работы электрических двигателей, благодаря использованию новейших материалов при изготовлении двигателей и тонкой настройке преобразователей частоты для двигателей с циклической нагрузкой.

Список литературы

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов / А.С. Анучин. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 373 с.
2. Крылов Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. – СПб.: Лань, 2015. – 176 с.
3. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электропривода / В.В. Москаленко. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 208 с.
4. Лихачев В.Л. Электродвигатели асинхронные / В.Л. Лихачев. – М.: Солон, 2016. – 304 с.

УДК 620-91

Ю.А. Бизимова, студент 442-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент Л.П. Артамонова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Модернизация системы вентиляции в птичнике

Микроклимат в птицеводческом помещении – это климат в ограниченном пространстве, которое включает в себя совокупность факторов среды: температура, влажность, скорость движения и химический состав воздуха, атмосферное давление, содержание в нем механических включений (пыли) и микроорганизмов, освещенность, уровень шума и др.

Оптимальный микроклимат позволяет быть максимально близко к цели, обеспечивающая высокую продуктивность поголовья; эффективное потребление корма по отношению к живой массе; динамичный и равномерный рост птиц; благополучное состояние здоровья птиц.

Температура воздуха в птичнике должна находиться в диапазоне, обеспечивающий обмен веществ в организме птицы на постоянном уровне. Должно быть равновесие между теплообразованием и теплоотдачей. Средние значения температур для каждого вида и возраста птицы различны. Нормативные показатели температуры воздуха в птичнике приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Нормативные показатели температуры и влажности воздуха в птичнике (клеточное содержание птиц)

Возраст	Оптимальная температура воздуха, °С	Оптимальная относительная влажность, %
Молодняк:		
1 неделя	33–32	60–70
2–3 недели	32–28	60–70
4 недели	26–24	60–70
5–9 недель	18	60–70
Взрослая птица	16–18	60–70

Вентиляция является важнейшим фактором для создания условий, способствующих высокой продуктивности поголовья. Адекватная вентиляция предотвращает избыточное выделение тепла и обеспечивает оптимальные условия, удаляя теплый воздух из птичника и заменяя его более прохладным воздухом снаружи.

В птицеводческом корпусе № 102-1 ООО «Птицефабрика «Вараксино» в зимний период не выдерживаются оптимальные параметры микроклимата, несмотря на то, что работает вентиляция. В помещении повышенная влажность, которая угнетает птицу. При увеличении воздухообмена с целью снижения влажности, в птичнике начинает снижаться температура, что тоже негативно действует на птицу. Фактические значения параметров приведены в таблице 2. В момент измерения параметров внутреннего воздуха в помещении возраст птицы составлял 227 дней (32,5 недели).

Таблица 2 – Значения параметров внутреннего воздуха в птичнике

Показатель	Значение	Примечание
Температура воздуха	21°С	Выше нормативного значения
Влажность воздуха	80%	Выше нормативного значения
Разряжение	15 Па	
Содержание CO ₂ в помещении	3000 ppm	

Количество птицемест в птичнике – 55296. Тип отопления: центральное отопление от котельной. Тип оборудования отопления: 4 регистра D 76 мм, калорифер марки КСК 4–11 – 2 шт. Вентиляция: туннельная.

Таблица 3 – Характеристика системы вентиляции

№ п/п	Вентиляционные установки, тип, марка	Место установки	Назначение (приточные, вытяжные, приточно-вытяжные)	Производительность установки, куб. м	Кол-во вентиляторов
1	ВО-7,1	Конец птичн.	Вытяжн.	12000	28
2	Шахты	Крыша птичн.	Прит. Вытяжн.		32

Это тип вентиляции, при котором осевые вентиляторы втягивают наружный воздух через туннельные приточные форточки в противоположных концах птичника (см. рисунок 1). Работа вентиляции регулируется термостатом или температурным сенсором. Цель при этом создать высокоскоростной поток воздуха, который быстро выводит тепло из птичника, а также проходит над птицей, создавая эффект охлаждения.

ния ветром (передвигая воздух, как в аэродинамической трубе, по длине птичника). Для эффективного охлаждения ветром требуется создать воздушный поток со скоростью минимум – 2,54 м/сек.

Так как поддержание оптимального микроклимата в птицеводческом корпусе является важнейшей задачей, от которой зависит благополучие птицы, и соответственно зависят все производственные и экономические показатели, в исследуемом птицеводческом корпусе №102-1 необходимо уменьшить показатель влажности, привести его к оптимальным значениям.

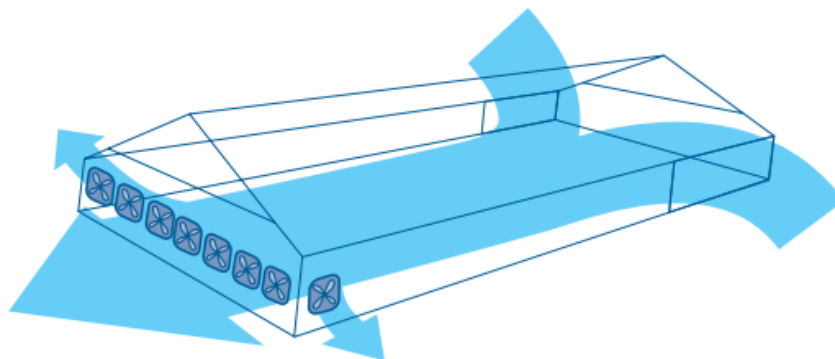


Рисунок 1 – Схема туннельной вентиляции

Одним из способов понизить значение влажности воздуха в помещении – модернизация системы вентиляции.

Часовой объем приточного воздуха, м³/ч, необходимого для растворения водяных паров:

$$L_w = \frac{W}{(d_b - d_n) * \rho}$$

Плотность воздуха зависит от температуры и атмосферного давления:

$$\rho = \frac{346}{273 + t_b} * \frac{p}{99.3}$$

$$\rho = \frac{346}{273 + 21} * \frac{99.3}{99.3} = 1.17687 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Значения d_b и d_n находим по Hd-диаграмме.

$d_b = 12,5$ (при $t_b = 21$ °C, $\phi = 80\%$)

$d_n = 0,5$ (при $t_n = -11$ °C, $\phi = 60\%$)

Выделение влаги в птичнике, г/ч:

$$W = W_{пт} + W_{пом} + W_{исп}$$

Масса водяных паров, выделяемых птицей, г/ч:

$$W_{пт} = k_t * \sum_{i=1}^N n_i m_i w_i$$

$$W_{пт} = 1 * \sum_{i=1}^1 55296 * 1.5 * 4.5 = 373248 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

Масса влаги, испаряющейся из помета, г/ч:

$$W_{\text{пом}} = \frac{n * P_{\text{пом}} * z}{24}$$
$$W_{\text{пом}} = \frac{55296 * 240 * 0,7}{24} = 387072 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

Масса испаряющейся с мокрых поверхностей помещения влаги, г/ч:

$$W_{\text{исп}} = W_{\text{пт}} * 0,1$$
$$W_{\text{исп}} = 373248 * 0,1 = 37324,8 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

Тогда, выделение влаги в птичнике, г/ч:

$$W = 373248 + 387072 + 37324,8 = 797644,8 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

Находим часовой объем приточного воздуха, м³/ч, необходимого для растворения водяных паров:

$$L_w = \frac{797644,8}{(12,5 - 0,5) * 1,17687} = 56480,665 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Проверяем кратность воздухообмена, 1/ч:

$$K = \frac{L}{V_{\text{п}}}$$
$$K = \frac{56480,665}{9216} = 6$$

По нормам кратность воздухообмена для холодного периода года в птичниках должна быть K=10...12.

Так как идет фактическая кратность воздухообмена меньше стандартным значениям, принимаем кратность воздухообмена K=10 и рассчитываем необходимый воздухообмен в птичнике:

$$L = K * V_{\text{п}} = 10 * 9216 = 92160 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Рассчитаем, какой объем воздуха обеспечивают вентиляционные установки в птичнике. Имеем 28 вентиляционных установок ВО-7,1, производительностью 12000 м³/ч. В зимний период работают только три вентиляционные установки ВО-7,1. В соответствии с этим фактический воздухообмен в птичнике будет составлять:

$$L_{\text{факт}} = 3 * 12000 = 36000 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Сравнивая значения необходимого и фактического воздухообмена, делаем вывод, что по факту недостаточно воздуха для удаления избытка влаги. Но практика применения большего количества вентиляционных установок в корпусе №102-1 ООО «Птицефабрика «Вараксино» показала, что с использованием более трех установок понижается температура воздуха в помещении, что негативно сказывается на птицах: увеличивается потребление корма, соответственно увеличиваются экономические затраты. Недостаточное кормление приведет к ухудшению роста живой массы птицы и негативно влияет на продуктивность птицы.

В результате исследований, для поддержания оптимальных показателей влажности и температуры, можно предложить два варианта решения этой задачи:

1. Дополнительное включение осевых вентиляторов и добавление к двум существующим еще три калорифера для обеспечения необходимого воздухообмена.

2. Установка в птичнике осушителя воздуха – для обеспечения фактического воздухообмена.

Более выгодный вариант будет выбран после технико-экономического обоснования, чему будут посвящены дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Лекомцев П.Л. Курсовое проектирование по теплотехнике. Учебное пособие / П.Л. Лекомцев, Ю.В. Новокрещенов, Л.П. Артамонова, С.А. Колесников. – Ижевск Ижевская ГСХА, 2004. – 103 с.

УДК 621.316.017

А.М. Чирков, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доцент Н.П. Кочетков

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Выбор оптимальной конфигурации ВЛ 0,38 кВ для новой застройки села Кушья Игринского района Удмуртской Республики

Показано, как методами матричной алгебры можно оценить оптимальную конфигурацию линии с коммунально-бытовой нагрузкой.

В селе Кушья располагается около 200 домов. В ближайшем будущем планируется расширение хозяйственных дворов, так как есть перспектива открытия асфальтобетонного завода. При проектировании электроснабжения новой застройки появилась необходимость из двух возможных вариантов конфигурации линии выбрать тот, который имеет меньшие суммарные потери активной мощности.

Цель исследования – показать эффективность матричной алгебры для оценки суммарных потерь активной мощности линии 0,38 кВ.

Возможные варианты питания новой застройки (десяти коммунально-бытовых потребителей) характеризуются одинаковыми параметрами конфигурации – длинами и сечением проводов участков магистрали и ответвлений. Схемы замещения линии для первого и второго вариантов конфигурации внешне мало отличаются друг от друга и приведены на рисунках 1 и 2.

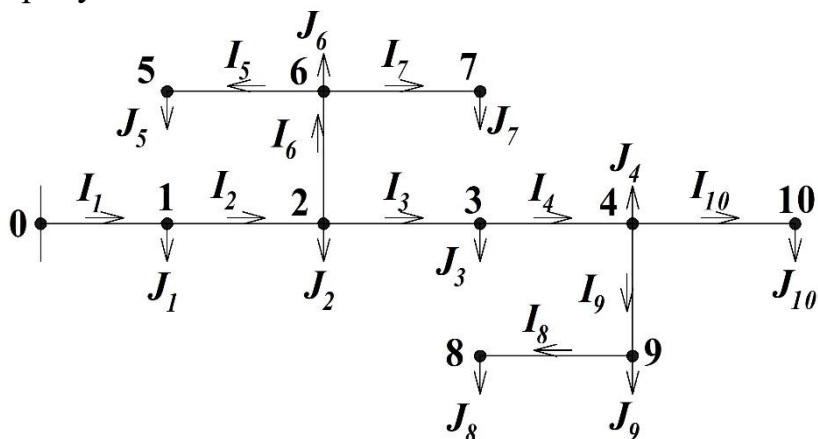


Рисунок 1 – Схема замещения линии (первый вариант конфигурации)

Каждая из схем замещения линий имеет по десять ветвей и по десять независимых узлов. К узлам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 подключены коммунально-бытовые потребители с токами нагрузки $J_1=15\text{A}$, $J_2=25\text{A}$, $J_3=20\text{A}$, $J_4=15\text{A}$, $J_5=25\text{A}$, $J_6=20\text{A}$, $J_7=15\text{A}$, $J_8=25\text{A}$, $J_9=20\text{A}$, $J_{10}=15\text{A}$. Нагрузка потребителей распределена равномерно по фазам и вдоль линии.

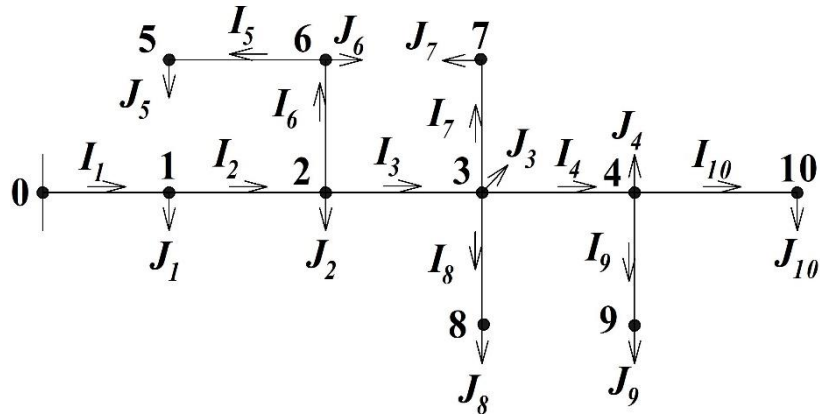


Рисунок 2 – Схема замещения линии (второй вариант конфигурации)

Электрический режим обеих схем замещения линий описывается системой из десяти уравнений, связывающих токи ветвей с токами нагрузки в узлах. Уравнение для тока i -той ветви в общем виде равно:

$$I_i = \sum C_{ij} \cdot J_j, \quad (1)$$

где $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ – номера ветвей; $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ – номера независимых узлов схемы; I_i – ток i -той ветви линии; J_j – ток нагрузки в j -том узле линии; C_{ij} – коэффициент распределения токов для i -той ветви и j -того узла.

Коэффициенты распределения токов могут быть равны нулю или положительной (отрицательной) единице [1]. Знак единицы определяется знаком задающего тока нагрузки J . В приведенных выше схемах задающие токи нагрузки выходят из соответствующих узлов, поэтому по первому закону Кирхгофа задающим токам нагрузки присваивается знак минус, и тогда единичные значения коэффициентов распределения токов будут отрицательными. Матрица коэффициентов распределения токов указывает взаимную связь токов ветвей I и задающих токов J , а также конфигурацию линии. В каждой строке матрицы содержится столько единиц, сколько узлов (задающих токов нагрузки) расположено за соответствующей ветвью схемы.

Исследование проводилось в следующем порядке:

1. Система уравнений (1) для обеих схем линии записывалась в матричной форме, где матрица токов ветвей равнялась произведению матрицы коэффициентов распределения токов на матрицу задающих токов в узлах линии.

2. Выбирался показатель эффективности конфигурации схемы линии, пропорциональный сумме квадратов токов ветвей линии [2], который в матричной форме равен произведению строчной (транспонированной) матрицы на столбцовую матрицу токов ветвей.

3. Рассчитывалась матрица токов ветвей для первого варианта конфигурации линии (рисунок 1).

4. Рассчитывалась матрица токов ветвей для второго варианта конфигурации линии (рисунок 2).

$$i_1 = \|\dot{C}_1\| \times \|j_1\| = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ & & -1 & -1 & -1 & -1 & & & & \\ & & & -1 & -1 & -1 & & & & \\ & & & & -1 & & & & & \\ & & & & & -1 & -1 & -1 & & \\ & & & & & & -1 & & & \\ & & & & & & & -1 & & \\ & & & & & & & & -1 & -1 \\ & & & & & & & & & -1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -15 \\ -25 \\ -20 \\ -15 \\ -25 \\ -20 \\ -15 \\ -25 \\ -20 \\ -15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 150 \\ 225 \\ 100 \\ 60 \\ 25 \\ 60 \\ 15 \\ 25 \\ 40 \\ 15 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$i_2 = \|\dot{C}_2\| \times \|j_2\| = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ & & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & & & \\ & & & -1 & -1 & -1 & & & & \\ & & & & -1 & & & & & \\ & & & & & -1 & -1 & & & \\ & & & & & & -1 & & & \\ & & & & & & & -1 & & \\ & & & & & & & & -1 & \\ & & & & & & & & & -1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -15 \\ -25 \\ -20 \\ -15 \\ -25 \\ -20 \\ -15 \\ -25 \\ -20 \\ -15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 150 \\ 225 \\ 120 \\ 45 \\ 25 \\ 40 \\ 15 \\ 25 \\ 20 \\ 15 \end{pmatrix} \quad (3)$$

5. Определялся показатель эффективности конфигурации схемы линии для первого и второго вариантов конфигурации линии:

$$\sum_{i=1}^{10} I_i^2 = \|i_1\|^T \times \|i_1\| = \begin{pmatrix} 150 & 225 & 100 & 60 & 25 & 60 & 15 & 25 & 40 & 15 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 150 \\ 225 \\ 100 \\ 60 \\ 25 \\ 60 \\ 15 \\ 25 \\ 40 \\ 15 \end{pmatrix} =$$

$$= 150 \cdot 150 + 225 \cdot 225 + 100 \cdot 100 + 60 \cdot 60 + 25 \cdot 25 + 60 \cdot 60 +$$

$$+ 15 \cdot 15 + 25 \cdot 25 + 40 \cdot 40 + 15 \cdot 15 = 93625 A^2. \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{10} I_i^2 = \|i_1\|^T \times \|i_2\| = \begin{vmatrix} 150 \\ 225 \\ 120 \\ 45 \\ 25 \\ 40 \\ 15 \\ 25 \\ 20 \\ 15 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 150 \\ 225 \\ 120 \\ 45 \\ 25 \\ 40 \\ 15 \\ 25 \\ 20 \\ 15 \end{vmatrix} =$$

$$= 150 \cdot 150 + 225 \cdot 225 + 120 \cdot 120 + 45 \cdot 45 + 25 \cdot 25 + 40 \cdot 40 +$$

$$+ 15 \cdot 15 + 25 \cdot 25 + 20 \cdot 20 + 15 \cdot 15 = 93250 A^2. \quad (5)$$

Второй вариант конфигурации линии при заданных значениях нагрузок потребителей имеет меньшую сумму квадратов токов ветвей, следовательно, и меньшие суммарные потери активной мощности.

Вывод: методы матричной алгебры позволяют выполнить необходимую оценку суммарных потерь активной мощности и выбрать оптимальную конфигурацию ВЛ 0,38 кВ.

Список литературы

1. Веников В.А. Электрические системы. Т.1. Математические задачи электроэнергетики / В.А. Веников, И.В. Литкенс, И.М. Маркович, Н.А. Мельников, Л.А. Солдаткина. Под ред. В.А. Веникова. – М.: Высш. школа, 1970. – 336 с.
2. Кочетков Н.П. Оценка суммарных потерь активной мощности в линиях электропередач / Н.П. Кочетков, Т.А. Широбокова, Т.В. Цыркина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 7. – С. 18–20

УДК 631.3

М.А. Иванов, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент И.Р. Владыкин
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Выращивание растений в условиях исторического центра происхождения

Центры происхождения культурных растений – это особые географические «очаги». В них сосредоточены генетические многообразия сельскохозяйственных сортов. Центры происхождения культурных растений бывают первичными – к ним относятся районы, где дикие и одомашненные формы произрастали изначально, и вторичными. Последние – это центры, которые образовались от последующего распространения полукультурных, культурных видов растений и их дальнейшей селекции.

Местные условия характеризуются умеренной продолжительностью вегетации, высокими температурами с сильными сезонными и суточными колебаниями и очень низким уровнем увлажнения.

Целью работы является повышение эффективности выращивания салата в УР за счет использования наиболее эффективных облучательных установок, позволяющих увеличить выход здорового посадочного материала.

Исторической родиной Салата считается Средиземноморский регион, 32 градусов восточной долготы, 39 градусов северной широты. С помощью специальных программ на сайте <http://planetcalc.ru/300> мы рассчитали продолжительность дня марта по октябрь.

Таблица 1 – Расчет продолжительности светового дня для Анкары – столицы Турции

Дата	Восходсолнца,	Заходсолнца,	Продолжительность дня, час	Прямые солнечные лучи достигают поверхности земли, час
01 мар	7,23	18,40	11,18	9
10 мар	7,09	18,50	11,41	9
20 мар	6,52	19,00	12,11	9
1 апр	06:33	19:13	12:40	9
10 апр	06:19	19:22	13:03	9
20 апр	06:04	19:32	13:28	9
1 мая	05:49	19:43	13:54	9,1
10 мая	05:39	19:52	14:13	9,1
20 мая	05:30	20:01	14:31	9,1
1 июня	05:22	20:11	14:48	9,2
10 июн	05:20	20:16	14:56	9,2
20 июн	05:20	20:20	15:00	9,2
1 июля	05:24	20:21	14:57	9,3
10 июл	05:29	20:19	14:49	9,2
1 авг	05:47	20:02	14:15	9,2
10 авг	05:55	19:52	13:57	9,1
20 авг	06:05	19:39	13:34	9
01 сен	06:16	19:21	13:05	9
10 сен	06:24	19:06	12:42	9
20.сен	06:34	18:49	12:16	9
01 окт	06:44	18:31	11:47	9
10 окт	06:53	18:17	11:23	9
20 окт	07:04	18:02	10:58	9
01 нояб	07:17	17:47	10:29	9

Из таблицы 1 видно, что средняя продолжительность дня с марта по октябрь изменяется от 10 до 15 час. При этом в течение 9 часов прямые солнечные лучи достигают поверхности земли.

На основании полученных данных также можно определить скорость движения Солнца с марта по октябрь.

Данные для УР высчитывались аналогичным способом.

График 1 – Продолжительность дня в городе Ижевске

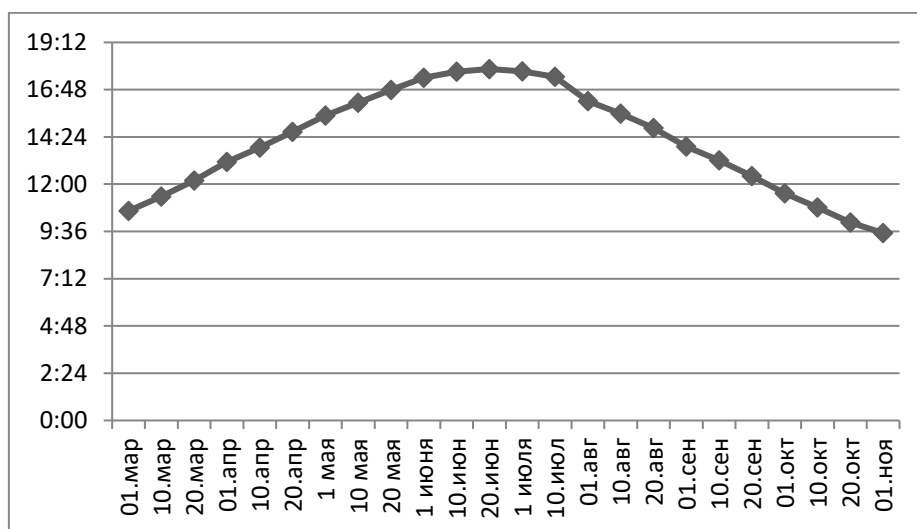


График 2 – Продолжительность дня в городе Анкара

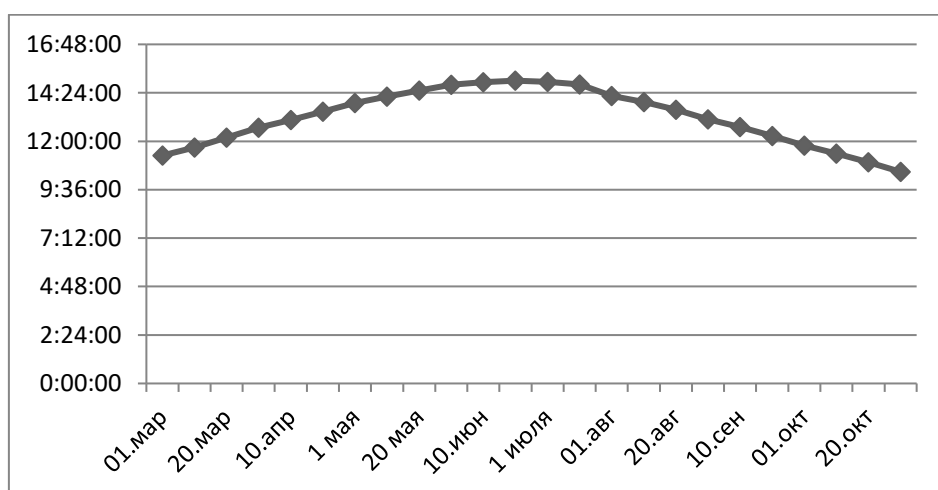


График 3 – Сравнение продолжительности дня в городе Анкара и городе Ижевске

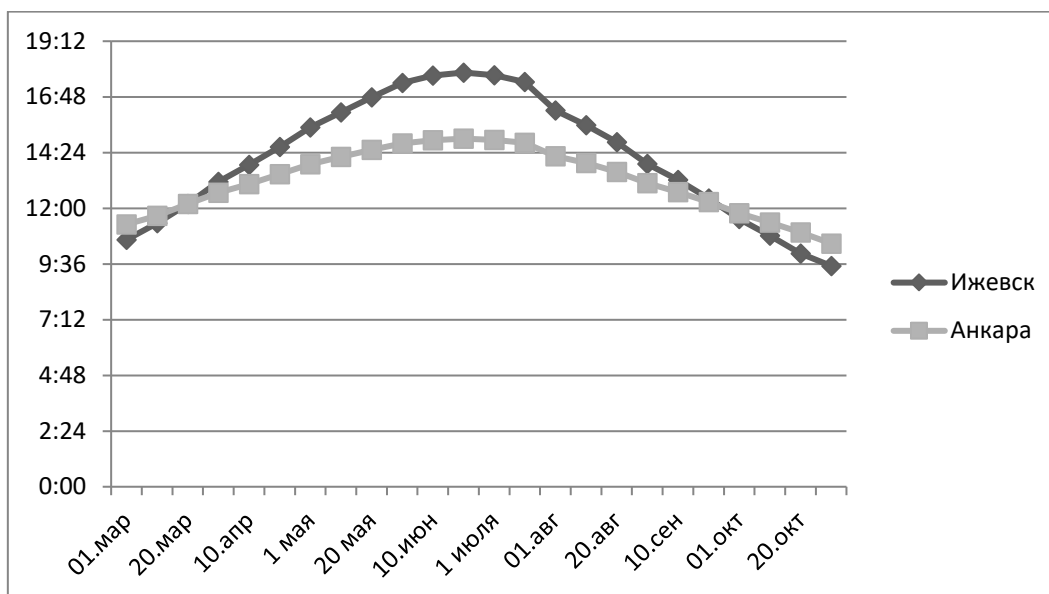
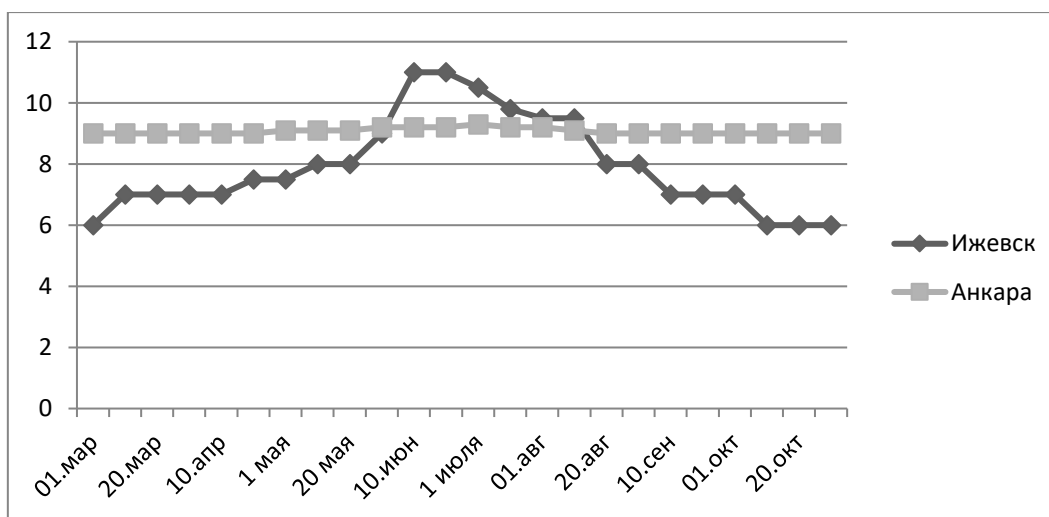


График 4 – Сравнение времени падения прямых солнечных лучей на поверхность земли



Заключение. На основании данных, полученных в таблицах, приведенных выше, была найдена динамика изменения положения, продолжительность и время движения солнца для центра происхождения исследуемого растения. Опираясь на эти данные, мы хотим провести исследования и разработать автономную систему облучения растений спектром исторической родины, что позволит значительно увеличить урожайность.

Список литературы

1. Planetcalc онлайн калькулятор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://planetcalc.ru/300///>.
2. Башилов А.М. Визуализация и наблюдение системной сложности точного земледелия. Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства / А.М. Башилов. – М.: Изд. ВИМ, 2005. – С. 207–213.

3. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://growhobby.ru/svetokultura-kak-sposob-vyjavlenija-potencialnoj-produktivnosti-rastenij.html>.

4. Vladykin I. The thermo vision inspection of protective structures of greenhouses / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // Science, Technology and Higher Education: materials of the V International research and practice conference, Westwood, publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada, 2014. – P. 30–34.

5. Vladykin I. Mathematical model of temperature field in a greenhouse / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // Yale Review of Education and Science. – 2015. – No. 1. (16) (January-June). – Volume VI. “Yale University Press”, 2015. – Connecticut, USA. – P. 157–164.

6. Vladykin I. Mathematical Model of Temperature Mode for Protected Ground / N. Kondrateva, O. Kochurova // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2017, Volume II. “North Atlantic University Union Press”, 2017. – New York, USA. – P. 124–129.

УДК 631.344.8

С.В. Степанов, студент магистратуры 451-й группы ФЭЭ;

Т.О. Бегишева, студент магистратуры 1 года обучения АИФ

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент И.А. Баранова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Исследование технических средств, снижающих энергозатраты при реализации технологии переменного оптического облучения рассады в теплицах

В статье приведены сведения о современных технологиях освещения овощных культур. Использование НЛВД для реализации технологии переменного оптического облучения рассады представляется актуальной задачей, решение которой позволит дополнительно снизить энергозатраты на искусственное освещение, особенно при выращивании рассады в зимних теплицах.

Ключевые слова: облучение рассады, световой поток, диапазон регулирования, НЛВД, регулирование освещенности в теплице, светильники.

Актуальность. Рекомендуемый в России медициной уровень потребления овощей во внесезонный период составляет 12–15 кг на человека в год. За счет собственного производства эта норма выполняется лишь на 25–30 % и составляет всего 3,7 кг. Дефицит овощной продукции во внесезонный период восполняется за счет импорта, объем которого по разным экспертным оценкам составляет до 800 тысяч т в год. Данная проблема ставит под угрозу продовольственную независимость страны. Поэтому развитие и совершенствование тепличного производства остается в ряду важнейших направлений АПК. По данным на 2017 год, на территории России функционируют более 2000 га зимних теплиц. Большая часть из них оснащена установками для искусственного оптического облучения. В структуре себестоимости продукции таких тепличных комплексов, и особенно зимних, занятых подготовкой рассады, затраты на электроэнергию составляют порядка 40 %, что в свете роста тарифов на электроэнергию также является немаловажной проблемой. Поэтому разработка нового электрооборудования и технологий, снижающих энергетические расходы, в том числе и в си-

стеме искусственного оптического облучения, является актуальной задачей [1, 2], решение которой позволит снизить себестоимость тепличной продукции и расширить ее производство.

Цель – изучение существующих технологий, снижающих энергозатраты в системе переменного оптического облучения рассады овощных культур в теплицах.

Задачи:

- изучить современные технологии освещения овощных культур с изменяющейся интенсивностью;
- изучить источники оптического излучения, применяемые в тепличных комплексах;
- анализ способов питания газоразрядных ламп высокого давления и реализующих их технических средств.

Одними из основных факторов микроклимата зимних теплиц, влияющих на получение качественной рассады, является интенсивность и продолжительность облучения. Однако и здесь выращивание светолюбивых культур в несезонное время возможно только в переходном культурообороте, когда рассада формируется в сентябре – ноябре. При выращивании рассады овощных культур в зимне-весеннем культурообороте следует применять дополнительное электрическое облучение [3]. Возможность искусственного облучения и его экономическая целесообразность подтверждены многочисленными исследованиями и опытом передовых хозяйств. Однако широкому внедрению искусственного облучения рассады овощных культур в тепличных хозяйствах препятствует все еще значительный расход электрической энергии. Для создания требуемых световых режимов в теплицах могут быть предложены различные технологии оптического облучения: постоянного, переменного, импульсного, прерывистого, комбинированного [4, 5]. Достаточно перспективное направление, заложенное в работах Б.С. Мошкова, В.М. Лемана, Л.Г. Прищепа, Г.В. Степанчука, Е.П. Ключка, А.Г. Молчанова, связано с применением различных технологий переменного оптического облучения, отличающихся в способах проведения и приемах технической реализации. С учетом направления диссертационных исследований наибольший интерес вызывают работы А.Г. Молчанова, который обосновал последовательность четырехчасовых циклов чередования низкой и высокой освещенности в технологии выращивания рассады огурцов и томатов в зимних теплицах и показал соотношение интенсивностей искусственного облучения в этих циклах. Предложенная им технология позволила снизить расход электроэнергии в системе облучения рассады до 35 %. Однако эта технология не была доведена до состояния законченной технической системы, которую можно было бы рекомендовать к внедрению. На этапе лабораторных исследований технология реализовывалась с помощью периодического коммутирования группы светильников, размещенных в шахматном порядке, что обеспечивало изменение количества действовавших осветительных приборов и, следовательно, освещенности. Использование такого технического решения при реализации технологии не могло быть признано экономически обоснованным. Кроме того, цикличное включение-отключение ламп снижало срок их службы. Следует также отметить, что эта технология рассчитана на использование дуговых ртутных люминесцентных (ДРЛ) ламп, которые в настоящее время практически полностью вытеснены из тепличных комплексов более совершенными НЛВД. Пуск и управление этими лампами значительно

сложней, чем у ДРЛ. Поэтому предложенные технологические решения нельзя было машинально без дополнительных исследований перенести на теплицы, оборудованные НЛВД. Представляет научный и практический интерес применение малоисследованных режимов питания НЛВД от источников постоянного тока. По имеющимся сведениям, в этом случае можно увеличить их светоотдачу до 20 % и расширить диапазон регулирования светового потока [6, 7, 8]. Поэтому использование такого режима позволило бы дополнительно снизить энергозатраты на искусственное облучение. Известные технические решения не применимы для НЛВД, поскольку в этом случае, как показали первые же испытания, возникает после включения лампы через неопределенный интервал времени (1–10 мин) явление расслоения плазмы газового разряда в горелке НЛВД, сопровождающееся значительным снижением светового потока. Смена полярности питающего напряжения практически мгновенно восстанавливает режим горения НЛВД. Однако через 1–10 минут явление возникает вновь. Известны попытки отечественных и зарубежных исследователей, направленные на устранение этого явления путем периодического изменения полярности питающего напряжения с помощью коммутатора, управляемого таймером с фиксированным интервалом срабатывания. Недостатком такого подхода к решению указанной проблемы является невозможность согласования во времени моментов коммутации, осуществляемой с постоянной частотой, со случайными моментами возникновения этого эффекта. Поэтому разработка и исследование принципиально новых способов и устройств для реализации технологии переменного оптического облучения рассады с использованием НЛВД, питаемой постоянным током, представляется актуальной задачей, решение которой позволит дополнительно снизить энергозатраты на искусственное освещение, особенно при выращивании рассады в зимних теплицах.

Выводы. В ходе исследования были изучены современные технологии освещения овощных культур, изучены источники оптического излучения. На основе изученного был сделан вывод, что разработка принципиально новых способов и устройств для реализации технологии переменного оптического облучения рассады с использованием НЛВД, питаемой постоянным током, представляется актуальной задачей, решение которой позволит дополнительно снизить энергозатраты на искусственное освещение, особенно при выращивании рассады в зимних теплицах.

Список литературы

1. Кондратьева Н.П., Юран С.И., Владыкин И.Р., Баранова И.А., Козырева Е.А., Баженов В.А. Прогрессивные электротехнологии и электрооборудование / Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин, И.А. Баранова, Е.А. Козырева, В.А. Баженов // Вестник НГИЭИ. – Нижний Новгород: ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет». – 2016. – № 2 (57). – С. 49–57.
2. Айзенберг Ю.Б. Осветительные установки с плоским световодом для выращивания сельскохозяйственных культур в помещениях без естественного света / Ю.Б. Айзенберг // Светотехника. – 2014. – № 5. – С. 14–17.
3. Бахарев И. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы / И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев // Современные технологии автоматизации. – 2013. – № 2. – С. 76–82.
4. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – Москва: Энергоатомиздат, 2015. – 526 с.
5. Вассинк Е. Изучение роста растений в условиях регулируемой внешней среды. / Е. Вассинк // Регулирование внешней среды растений. – М., 2011. – С. 58–83.

6. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах / А.В. Белов. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2005. – 254 с.

7. Баранова И.А., Бокарев Э.Н. Повышение качества урожая методом внедрения АСУ освещением в теплице / И.А. Баранова, Э.Н. Бокарев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2016. – № 2. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 100–103.

8. Баранова И.А., Бокарев Э.Н. Анализ существующих автоматизированных систем управления микроклимата в теплице / И.А. Баранова, Э.Н. Бокарев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 188–193.

УДК 620-91

В.А. Пестов, студент 442-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент Л.П. Артамонова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Использование тепловых трубок в системах охлаждения конденсата

Конденсат пара, возвращаемый с технологического процесса обратно в котельную, необходимо охладить до заданных температур. При этом теплоту, отведенную от конденсата можно использовать для подогрева подпиточной воды перед котлом. Для осуществления такого процесса теплопередачи предлагается использовать контурные тепловые трубки.

При выработке технологического пара в котельных, конденсат отработанного пара возвращается обратно в котел. Перед подачей в парогенератор конденсат необходимо освободить от примесей газов, поэтому он должен пройти деаэрацию. В деаэратор конденсат должен подаваться с определенными параметрами. На практике часто температура возвращаемого конденсата значительно выше требуемой, в этом случае его нужно охладить. Этот процесс осуществляется в охладителях, представляющих собой обычный теплообменник «труба в трубе», если расход конденсата незначительный, или кожухотрубный теплообменный аппарат. Тепло, которое выделяется при охлаждении конденсата технологического пара, используется для подогрева подпиточной воды.

Все *охладители конденсата* обладают тем недостатком, что трубные системы не могут быть выдвинуты из корпуса, а потому чистка трубок снаружи крайне затруднена. Поэтому чаще всего в корпуса охладителей подаются конденсаты греющего пара, а в трубки – часть воды из обратной линии тепловой сети.

Котельная ООО «Увадрев-Холдинг» вырабатывает теплоноситель для теплоснабжения предприятия и сторонних потребителей, а также насыщенный пар на технологические нужды предприятия – процесс прессования ДСП.

Конденсат, возвращаемый с технологического процесса, имеет температуру 80 °С ее необходимо понизить до 60 °С. В настоящее время система охлаждения, применяемая в котельной примитивна, конденсат собирается в обычную бочку, отстаивается и далее идет в деаэратор, заданные параметры конденсата не всегда получаются. Поэтому данный вопрос для предприятия актуален.

Чтобы избежать недостатков существующих охладителей конденсата, предлагается систему охлаждения выполнить на контурных тепловых трубках. Испарительная часть тепловой трубки (поз. 1 рисунок 1) помещается на трубу подходящего к деаэратору конденсата, а конденсатная часть (поз. 3 рисунок 1) на трубу подпиточной воды, подходящую к тому же деаэратору. При этом теплота, снимаемая с конденсата, будет использоваться на подогрев воды, то есть сразу же решаем проблему утилизации теплоты.

Принцип действия тепловой трубки основан на том, что в герметически закрытых трубках из теплопроводящего материала находится легкокипящая жидкость, которая в одном конце трубки испаряется, а в другом – конденсируется и за счет такого постоянного фазового перехода происходит перенос теплоты. Тепловые трубки способны передавать теплоту при плотности теплового потока в осевом направлении на несколько порядков выше, чем в устройствах, где теплота передается за счет изменения энтальпии теплоносителя. Схема контурной тепловой трубки приведена на рисунке 1.

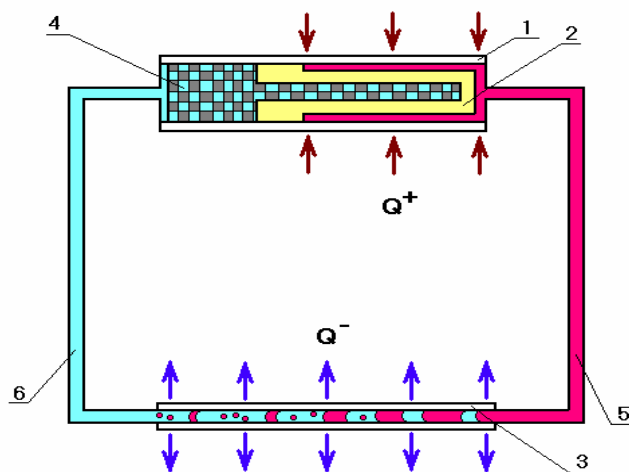


Рисунок 1 – Схема контурной тепловой трубки:

- 1 – испаритель, 2 – капиллярный насос, 3 – конденсатор, 4 – компенсационная полость,
- 5 – паровой канал, 6 – жидкостный канал

Для того, чтобы система надежно и качественно переносила энергию, необходимо провести тепловой и конструкционный расчет тепловой трубки, правильно подобрать рабочее вещество – теплоноситель. Это задача следующего этапа работы. Как подбирается рабочее тело для ТТ, учитывая температуру кипения вещества и совместимость с материалами конструкции, было рассмотрено в статьях, изданных ранее [2, 3].

Используя предложенную систему охлаждения можно дополнительно сэкономить энергию на подогрев подпиточной воды. Учитывая, что расход конденсата в котельной составляет 3,7 кг/с, можно рассчитать тепловую нагрузку системы:

$$Q = G(c_{p1}t_1 - c_{p2}t_2) = 3,7(4,195 * 80 - 4,179 * 60) = 314 \text{ кВт}$$

При переносе теплоты от конденсата к воде часть ее неизбежно будет утеряна, но потери незначительны и составляют от 2 до 5 %. Даже с учетом этих потерь тепловая мощность системы значительна.

Тепловые трубки являются очень хорошим вариантом для использования в системе охлаждения конденсата. Использование ТТ, учитывая простоту конструкции и малую стоимость устройства, технически и экономически выгодно. Но при проектировании ТТ необходимо произвести сложные тепловой и гидравлические расчеты, рассчитать геометрические размеры трубки: длины испарительной, конденсационной и транспортной частей трубки.

Список литературы

1. Васильев Л.Л., Киселев В.Г., Матвеев Ю.Н., Молодкин Ф.Ф. Теплообменники-утилизаторы на тепловых трубах / Под ред. Л.И. Колыхана. – Минск: Наука и техника, 1987. – 200 с.
2. Ахмитов Р.Р., Николаева Ю.А., Пестов В.А. Возможность использования тепловых трубок в системах обогрева сооружений защищенного грунта // Научные труды студентов ИжГСХА [Электронный ресурс]. – № 2 (3). – 2016. – С. 97–98.
3. Ахмитов Р.Р., Пестов В.А. Использование тепловых трубок в нагревательных приборах // Научные труды студентов ФГБОУ ВО ИжГСХА [Электронный ресурс]. – № 1. – 2017. – С. 443–446.

УДК 621.311.243

О.В. Карпова, студент магистратуры

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.П. Кондратьева

Повышение эффективности солнечных коллекторов с вакуумированными стеклопакетами в здании гостиницы

В современном мире существует проблема ограничения топливных запасов, что побуждает придумывать все новые источники выработки электричества. Один из которых – это энергия солнца. По данным Института энергетической стратегии, потенциал солнечной энергии, поступающей на территорию России всего за три дня, превышает энергию всего годового производства электроэнергии в стране. Количество солнечной радиации варьируется от 810 кВт/час на квадратный метр в год в отдаленных северных районах до 1400 кВт/час на юге. Целью исследования является разработка схемы автоматического управления в гостинице и определение экономической эффективности применения солнечной установки для горячего водоснабжения. Рассмотрели принципиальную схему двухконтурной системы солнечного горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией, аппаратуру и систему автоматического управления. Представили результаты экономической себестоимости и окупаемости применения солнечной установки. Актуальность работы заключается в потребностях и интересах предприятия с целью применения эффективности солнечных коллекторов и снижения затрат на электрическую энергию.

In the modern world, there is the problem of limiting fuel reserves, which leads to inventing new sources of electricity generation. One of which is the energy of the sun. According to the Institute of Energy Strategy, the potential of solar energy entering the territory of Russia in just three days exceeds the energy of the entire annual electricity production in the country. The amount of solar radiation varies from 810 kW / hour per square meter per year in remote northern areas to 1,400 kW / hour in the south. The aim of the study is to develop a scheme of automatic control in a hotel and determine the economic efficiency of using a solar installation for hot water supply. Considered the schematic diagram of the dual-circuit solar hot water system with forced circulation, equipment and automatic control system. Presented the results of the economic cost and payback of the solar plant. The relevance of the work lies in the needs and interests of the enterprise in order to apply the efficiency of solar collectors and reduce the cost of electrical energy.

Энергия солнца использовалась уже с давних времен, например, древние жители получали морскую соль, выпаривая воду на солнце, а также нагревали воду и обогревали помещения. Люди научились с помощью зеркала и солнечных лучей разжигать огонь. Большим этапом развития солнечной энергии стало открытие ученых из Америки в 1954 г. Три компании Bell Laboratories Дэррил Чапин, Г. Пирсон и К. С. Фуллер заявили о создании первой солнечной батареи на основе кремния. Они добились КПД 4 %, а немного позже довели до 6 %.

Первая в своем роде масштабная промышленная электростанция была возведена в 1985 г. при СССР в Крыму. Это была, СЭС-5 с пиковой мощностью 5 МВт. К сожалению, из-за высокой цены вырабатываемого электричества в середине 90-х ее закрыли. На сегодняшний день в России действует 10 станций общей мощностью около 100 МВт, или 0,04 процента от всей установленной мощности энергосистемы России.

В настоящее время многие жилые дома и предприятия пользуются солнечными системами нагрева воды. Это экономичный и надежный вид горячего водоснабжения. Нагрев воды для бытовых целей или отопления с помощью солнечной энергии – естественный и простой метод сбережения энергии и сохранения запасов ископаемого топлива. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) актуально для всех стран мира: для развитых стран, импортирующих топливно-энергетические ресурсы, – это, в первую очередь, обеспечение энергетической безопасности; для развитых стран, имеющих свои запасы топлива, – улучшение экологической ситуации; для развивающихся стран – способ улучшить социально-бытовые условия проживания населения.

Солнечный коллектор позволяет своему владельцу сэкономить деньги, не оказывая при этом вредного влияния на окружающую среду. Использование одного солнечного коллектора позволяет сократить выбросы в атмосферу углекислого газа на одну – две тонны в год. Переход на солнечную энергию предотвращает выбросы и других загрязнителей, таких как двуокись серы, угарный газ и закись азота.

Горячее водоснабжение – наиболее распространенный вид прямого применения солнечной энергии. Типичная установка состоит из одного или более коллекторов, в которых жидкость нагревается на солнце, а также бака для хранения горячей воды, нагретой посредством жидкости-теплоносителя. Даже в регионах с относительно небольшим количеством солнечной радиации, например, в Северной Европе, солнечная система может обеспечить 50–70 % потребности в горячей воде. Больше получить невозможно, разве что с помощью сезонного регулирования. В Южной Европе солнечный коллектор может обеспечить 70–90 % потребляемой горячей воды. Нагрев воды с помощью энергии Солнца – очень практичный и экономный способ. В то время, как фотоэлектрические системы достигают эффективности 10–15 %, тепловые солнечные системы показывают КПД 50–90 %. В сочетании с дровосжигающими печами бытовую потребность в горячей воде можно удовлетворять практически круглый год без применения ископаемых видов топлива.

Целью исследования является разработка схемы автоматического управления в гостинице и определение экономической эффективности применения солнечной установки для горячего водоснабжения.

Солнечная водонагревательная установка (рисунок 1) состоит из собственно солнечного коллектора, теплообменного контура и аккумулятора тепла (бака с водой). Че-

рез солнечный коллектор циркулирует теплоноситель (жидкость). Теплоноситель нагревается в солнечном коллекторе энергией солнца и отдает затем тепловую энергию воде через теплообменник, вмонтированный в бак-аккумулятор. В баке-аккумуляторе хранится горячая вода до момента ее использования, поэтому он должен иметь хорошую теплоизоляцию. В первом контуре, где расположен солнечный коллектор, может использоваться естественная или принудительная циркуляция теплоносителя. В бак-аккумулятор может устанавливаться электрический нагреватель-дублер. В случае понижения температуры воды в баке-аккумуляторе ниже установленной (продолжительная пасмурная погода или малое количество часов солнечного сияния зимой) нагреватель-дублер автоматически включается и догревает воду до заданной температуры.

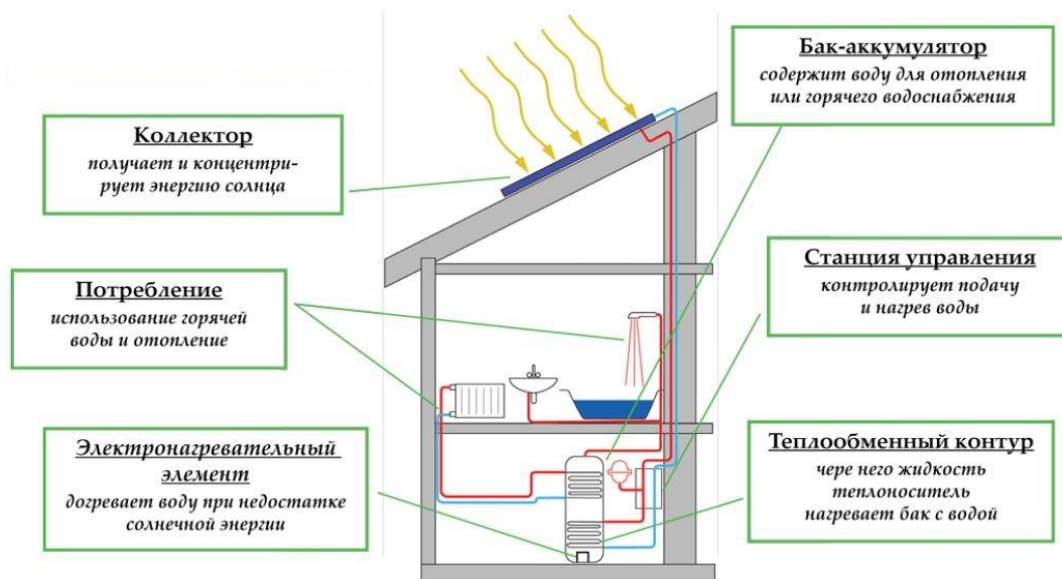
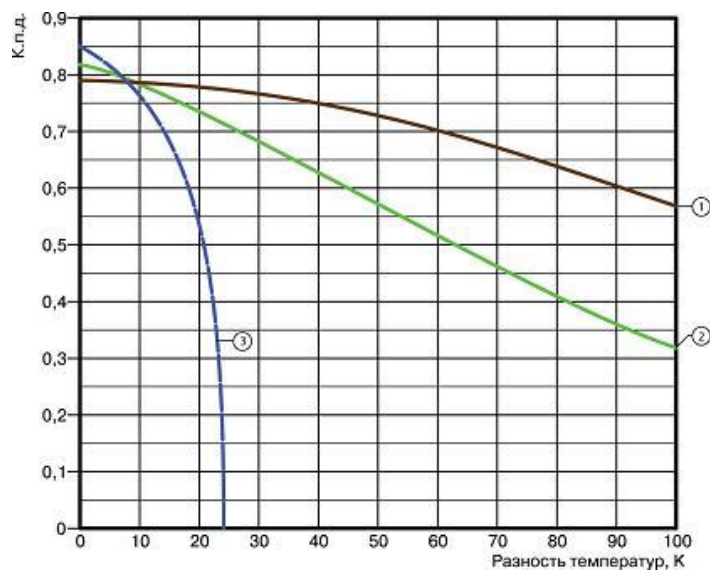


Рисунок 1 – Принцип работы солнечных коллекторов

Анализируя характеристики солнечных коллекторов можно выделить преимущества и недостатки плоских и вакуумных коллекторов:

Вакуумные трубчатые	Плоские высокоселективные
Преимущества	
Низкие теплопотери	Способность очищаться от снега и инея
Работоспособность в холодное время года до -30 C°	Высокая производительность летом
Способность генерировать высокие температуры	Отличное соотношение цена/производительность для южных широт и тёплого климата
Длительный период работы в течение суток	Возможность установки под любым углом
Удобство монтажа	Меньшая начальная стоимость
Низкая парусность	
Отличное соотношение цена/производительность для умеренных широт и холодного климата	
Недостатки	
Неспособность к самоочистке от снега	Высокие теплопотери
Относительно высокая начальная стоимость проекта	Низкая работоспособность в холодное время года
Рабочий угол наклона не менее 20°	Сложность монтажа, связанная с необходимостью доставки на крышу собранного коллектора
	Высокая парусность

С целью наглядного сравнения характеристик тепловой эффективности различных типов коллекторов, приведем график КПД для трех рассмотренных типов коллекторов при мощности солнечного излучения в 600 Вт/кв. м.



- 1 – вакуумный трубчатый коллектор
2 – плоский коллектор с селективным покрытием
3 – открытый коллектор

В настоящий момент, наиболее перспективными в условиях южных частей России являются плоские солнечные коллекторы горячего водоснабжения, вследствие всесезонности, простоты и надежности конструкции при невысокой цене в этом сегменте оборудования.

Более сложными являются устройства с вакуумными солнечными коллекторами. В солнечные летние дни разницы в работе хороших плоских и вакуумных солнечных коллекторов практически незаметна. Однако при низкой температуре окружающей среды преимущества вакуумных коллекторов становятся очевидны. Также, даже в летнее время есть разница между максимальными температурами нагрева воды в коллекторах. Если для плоских коллекторов максимальная температура не превышает 80...90°C, то в вакуумных коллекторах температура теплоносителя может превышать 100°C. С одной стороны, это требует постоянного отвода тепла от вакуумного коллектора, чтобы он не закипел. Однако с другой стороны, в системах с плоскими коллекторами существует проблема размножения бактерий и других микроорганизмов (там тепло и влажно), которой нет в системах с вакуумными коллекторами.

Рассмотрим на примере принципиальную схему двухконтурной системы солнечного горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией, аппаратуру и систему автоматического управления.

В системах с принудительной циркуляцией в коллекторный контур включается циркуляционный насос, что дает возможность устанавливать бак-аккумулятор в любой части здания. Направление движения теплоносителя должно совпадать с направлением естественной циркуляции в коллекторах. Включение и выключение насоса производится электронным блоком управления, представляющим собой дифференциальное управляющее реле, сравнивающего показания датчиков температуры, установ-

ленных на выходе из коллекторов и в баке. Насос включается, если температура в коллекторах выше температуры воды в баке. Существуют блоки, позволяющие менять скорость вращения и подачу насоса, поддерживая постоянную разность температур между коллекторами и баком.

Стоимость солнечной водонагревательной установки, используемой аппаратуры и системы автоматического управления:

Количество	Элемент	Средняя цена, руб./шт.	Цена, руб.
4	Вакуумный солнечный коллектор SC-XHP 30-58/1800	82000	328000
1	Насосная станция Meibes ME 45441	37388	37388
1	Тепловой контроллер SR 208C	6500	6500
1	Послойный бак накопитель PC-500	81900	81900
1	Расширительный бак Bosch SAG 25	3566	3566
	Всего:		457354

Определим необходимое число трубок.

Энергия, которую может передать одна вакуумная трубка, в зависимости от месяца, составляет 0,352 кВт·ч и 0,112 кВт·ч. Отсюда получаем:

Июль – $28,4 / 0,352 = 80,6 \approx 81$ трубок.

Февраль – $14,2 / 0,112 = 126,7 \approx 127$ трубок.

Подсчитав, количество трубок в составе коллекторов, видно, что в зависимости от месяца использования для приготовления нужного количества воды, количество трубок может существенно отличаться. Если выбрать количество трубок 81, то зимой получим недостаток количества тепла, поэтому принимает количество трубок 127, но летом столкнемся с очень существенной проблемой – утилизацией избыточного тепла. Солнце невозможно выключить или включить, поэтому оно будет постоянно нагревать воду в баке. В конечном итоге вода в баке-аккумуляторе закипит, а это может привести к выходу из строя оборудования. Можно осуществить сброс горячей воды в емкость для хранения воды для полива цветов и набор в бак холодной воды для дальнейшего нагрева, – это будет целесообразным решением данной проблемы.

Количество солнечных коллекторов, шт.:

$$N = \frac{n_T}{n_{CT}}$$

где n_T – количество трубок, 127, шт.;

n_{CT} – стандартное количество трубок в установке, 30, шт.;

$$N = \frac{127}{30} = 4,2 \approx 4 \text{ шт.}$$

Стоимость потребляемой электроэнергии в зимнее время года, руб.:

$$S_1 = W_1 \cdot c \cdot N_3$$

где c – тариф на электроэнергию 3.92 руб/кВт с 01.06.2018

N_3 – количество дней работы в зимнее время, 180 дней

$$S_1 = 72 \cdot 3,92 \cdot 180 = 50803,2 \text{ руб.}$$

Стоимость потребляемой электроэнергии в летнее время года, руб.:

$$S_2 = W_2 \cdot c \cdot N_L$$

N_L – количество дней работы в летнее время, 185 дней

$$S_2 = 144 \cdot 3,92 \cdot 185 = 104428,8 \text{ руб}$$

Суммарная стоимость потребляемой электроэнергии за год, руб:

$$S = S_1 + S_2$$
$$S = 50803,2 + 104428,8 = 155232$$

Срок окупаемости гелиоустановки, лет:

$$PP = \frac{K_0}{S},$$

где K_0 – стоимость гелиоустановки, руб;

$$PP = \frac{457354}{155232} = 2,9 \text{ лет}$$

Выводы:

1. В солнечные летние дни разницы в работе хороших плоских и вакуумных солнечных коллекторов практически незаметна. Однако при низкой температуре окружающей среды преимущества вакуумных коллекторов становятся очевидны, что актуально для нашей местности.

2. Солнечные батареи или, корректнее, фотоэлектрические преобразователи – на сегодня одно из самых перспективных направлений в энергетике. Так, суммарная мощность батарей, смонтированных по всему миру только за 2017 год, составила 400 гигаватт: больше, чем мощность всех российских электростанций. Солнечная отрасль переживает беспрецедентно бурный рост, и ключевую роль в этом играет удешевление батарей вместе с ростом их эффективности и быстрой окупаемости.

Список литературы

1. Голицын М.В. Альтернативные энергоносители / М.В. Голицын. – М.: Наука, 2004.
2. Лукутин Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандрова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
3. Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – М.: ДМК Пресс, 2011.
4. Андерсон Б.С. Солнечная энергия / Б.С. Андерсон. – М., 2009.
5. Коллектив Библиотека энергосбережения. Тепловые насосы / Коллектив. – М.: Эско, 2006.
6. Выбор аппаратуры управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dk.ru/firms/98686825/articles/10047?intruder_b026324c6904b2a9cb4b88d6d61c81d1=1. – Загл. с экрана.
7. Методика расчета мощности гелиоустановки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://suncollector.ru/content/view/64/143/>.
8. Перспективы солнечной энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kvartastroi.ru/solnechnaya-energetika/>. – Загл. с экрана.

УДК 681.586

Д.А. Сычугов, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.П. Кондратьева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Техническое зрение в сельском хозяйстве

Ускорение темпов развития сельского хозяйства и агропромышленного комплекса страны в условиях перехода к рыночным отношениям во многом зависит от эффективного использования всех факторов производства. Современное агропромышленное производство неразрывно связано с применением современных технических устройств, систем, позволяющих контролировать и управлять

технологическими процессами. Уже широко применяются системы автоматического управления микроклимата. Их внедрение позволяет значительно повысить объем производимой агропродукции, снизить энергетические затраты, повысить общую рентабельность производства [3].

Системы машинного, технического зрения так же нашли широкое распространение в промышленности. Конвейерное производство, аэрокосмическая отрасль, бортовые системы самолетов, охрана промышленных объектов – небольшой список, где уже используются системы компьютерного, машинного, технического зрения.

Основные задачи и применение технического зрения. В сельском хозяйстве данные системы используются ограничено. Значительна доля именно охранных систем, никак неиспользуемых в производственных целях. Тем не менее, применение систем компьютерного, технического, машинного зрения на предприятиях АПК обладает огромным потенциалом в повышении общей эффективности производства [1].

Существуют четыре основных задачи технического зрения.

1. Распознавание положения. Цель машинного зрения в данном применении – определение пространственного местоположения (местоположения объекта относительно внешней системы координат) или статического положения объекта (в каком положении находится объект относительно системы координат с началом отсчёта в пределах самого объекта) и передача информации о положении и ориентации объекта в систему управления или контроллер.

2. Измерение. В приложениях данного типа основная задача видеокамеры заключается в измерении различных физических параметров объекта. Примером физических параметров может служить линейный размер, диаметр, кривизна, площадь, высота и количество (измерение различных размеров плода растения или размеры животного).

3. Инспекция. В приложениях, связанных с инспекцией, цель машинного зрения – подтвердить определённые свойства, например, цвет плода и их наличие или наличие различных повреждений, вызванных болезнями.

4. Идентификация. В задачах идентификации основное назначение видеокамеры – считывание различных кодов (штрих-кодов, 2D-кодов и т. п.) для их распознавания с помощью камер или системного контроллера, а также определение различных буквенно-цифровых обозначений.

С целью классификации методов и подходов, используемых в системах технического зрения, зрение разбито на три основных подкласса:

- зрение низкого уровня
- среднего уровня
- высокого уровня

Системы технического зрения низкого уровня предназначены для обработки информации с датчиков очувствления. Системы технического зрения среднего уровня связаны с задачами сегментации, описания и распознавания отдельных объектов. Эти задачи охватывают множество подходов, основанных на аналитических представлениях. Системы технического зрения высокого уровня решают следующие проблемы: возможность выделения существенной информации из множества независимых признаков; способность к обучению на примерах и обобщению этих знаний с целью их при-

менения в новых ситуациях; возможность восстановления событий по неполной информации; способность определять цели и формулировать планы для достижения этих целей [3, 1].

В сельском хозяйстве системы технического зрения для статических и динамических объектов [1] нашло применение в таких процессах как распознавание заболеваний культур: как на микроуровне, по снимкам листьев и растений крупным планом, так и на макроуровне, выявляя ранние признаки заболеваний растений или распространения вредителей по данным аэрофотосъёмки. Все эти проекты обычно основаны на основном современном подходе к компьютерному зрению: сверточных нейронных сетях (convolutional neural networks, CNN) [5]. Создаются модели систем компьютерного зрения, которая будет оценивать вес свиней по фото- и видеоданным, далее эти оценки будут подаваться на вход уже классическим, аналитическим моделям машинного обучения, которые будут улучшать процесс откорма [6]. Имеющиеся в наличии и разрабатываемые сенсоры, и сенсорные сети позволяют товаропроизводителям наблюдать и контролировать многие параметры почвы, растений и окружающей среды при производстве сельскохозяйственной продукции. Местные и удаленные сенсоры и сенсорные сети могут быть использованы для мониторинга потребности растений в питательных веществах и влаге, состояния почвы.

Заключение. Развитие сельского хозяйства привлекает в свою отрасль все больше и больше наукоемких технических направлений, которые увеличивают долю автоматизации технологических процессов, технологии искусственного интеллекта начинают внедряться в АПК по всему миру, особенно в развитых странах. Системы технического зрения для статических и динамических объектов [1] являются перспективным направлением, именно внедрение таких систем, основанных на искусственном интеллекте позволит сделать скачок в автоматизации сельского хозяйства и решать такие задачи, которые были возможны только при непосредственном участии человека.

Список литературы

1. Кондратьева Н.П. Система технического зрения для статических и динамических объектов предприятий АПК / Н.П. Кондратьева, М.Г. Соколов, Р.Г. Кондратьев, Р.Н. Петров // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4 (41). – С. 37–40.
2. Башилов А.М. Визуализация и наблюдение системной сложности точного земледелия. Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства / А.М. Башилов. – М.: Изд. ВИМ, 2005. – С. 207–213.
3. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. В41 Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.
4. Техническое зрение в системах управления 2012 // Сборник трудов научно-технической конференции, 14–16 марта 2012 г. / Под ред. Р.Р. Назирова. – Москва, 2012.
5. Применение систем технического зрения в точном земледелии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/tochnoe-zemledelie/primenenie-sistem-tehnicheskogo-zrenija-.html> – Загл. с экрана.
6. Искусственный интеллект в АПК: роботы, компьютерное зрение и весы для свиней [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/news/indst/iskusstvennyj-intellekt-v-apk-roboty-kompyuternoe-zrenie-i-vesy-dlya-svinej.html> – Загл. с экрана.

М.Н. Ильин, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.П. Кондратьева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Инфракрасные обогреватели для обогрева ульев

Часто вследствие неблагоприятной зимовки происходит массовая гибель пчел или они ослабевают настолько, что не успевают вовремя развиваться и собрать достаточное количество меда.

Самым сложным периодом для быстрого развития пчелиной семьи, пожалуй, является весенний период. С большими перепадами температуры не только между некоторыми днями, но днем и ночью. Пчелиные матки при таких перепадах температуры кладут яички намного хуже, а расплод, который расположен по краям гнезда, просто может погибнуть от холода. Так же среди слабых пчел распространяются различные заболевания, что приводит к ослаблению всей пчелиной семьи и в результате сокращается медосбор [1, 2].

Гипотеза. Для предотвращения заболевания и гибели пчел при весенних перепадах температур можно использовать инфракрасные обогреватели для обогрева ульев [1].

Улья можно обогревать с помощью ПЛЭНов (пленочно-лучистый электронагреватель), так как его можно располагать в любой части улья, в зависимости от предпочтений пчеловода. Нагреватель очень тонкий. Нагреватели изготавливаются различных размеров и конфигураций. Напряжение питания подбирается под конкретные задачи обогрева. Для регулировки температуры в автоматическом режиме до 1°C как одного улья, так и группы ульев, можно использовать выносной терморегулятор. В этом случае датчик температуры устанавливается внутри улья.

Таблица 1 – Технические характеристики ПЛЭНа [5]

Характеристика	Значение
Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	15–30 Вт
Размер	до 0,36 м ²
Комплектация	без коммутационных разъемов
Толщина	1,5 мм

Нагреватели удобнее располагать на дне улья, чтобы прогревалась вся донная часть улья. Если нагреватели имеют меньшую площадь, то над ними следует положить во всю площадь дна алюминиевый лист толщиной 0,5–1 мм. В этом случае при применении ульев-лежаков равномерно прогревается весь объем улья [5].

Летом в подрамочном пространстве температуру нужно поддерживают на уровне 32–33 °С. Пчелам в это время ставят побольше вошины, загружая их работой по отстройке сотов. С середины июля температуру в подрамочном пространстве поддерживать на уровне не более 30 °С. Это позволяет пчелам при необходимости произвести тихую смену матки. Несвоевременное выполнение этих приемов снижает про-

дуктивность пчелиных семей [4]. Электрообогрев экономит в каждой семье от 5 до 15 кг мёда за сезон, потому что пчёлы пускают мёд исключительно на расплод и не используют его для обогрева улья, так же летний подогрев устраняет из улья избыточную влажность.

С середины августа начинают подготовку пчёл к зимовке. Преимуществом зимовки пчёл с электрообогревом является отсутствие необходимости сокращать гнёзда осенью и ставить боковые утепления. Кладётся только верхняя подушка. Температуру в улье устанавливают в пределах 30–32 °С. Это позволит пчёлам совершить осенью самый поздний очистительный облёт. Нагревательные элементы включаются лишь в начале января и только на пониженную (15–25 Вт) мощность с температурой в подрамочном пространстве 4–5 °С. Зимний электрообогрев ульев предпочтителен для зимовки пчёл на воле, поскольку возможны ранние очистительные облёты, после которых пчёлы вернутся с улицы в улей. В омшанике вылетевшие из улья раньше времени пчёлы в улей не вернутся и погибнут [4].

Электрообогрев улья защищает пчелиные семьи не только от клеща, но и от нозематоза. Зимние запасы перги в улье не плесневеют, подмора мало, расход кормов невелик.

Задачей нашей работы является энергоресурсосберегающие электротехнологии для пасек, расположенных на территории удмуртской республики [6].

Опираясь на обзор специальной литературы по инфракрасному обогреву и микроклимату ульев, мы хотим провести исследования и разработать автономную систему электроснабжения пасек, что позволит значительно уменьшить расходы на монтаж линий электропередач, а также разработать эффективное средство защиты электрических контактов от воздействия окружающей среды и разработать программу управления ПЛК для регулирования параметров микроклимата в улье [7, 8, 9].

Рациональное использование электроэнергии невозможно без разработки энергоресурсосберегающих электротехнологий для электрооборудования и системы автоматического управления этим электрооборудованием [7, 10].

Заключение. Опираясь на обзор специальной литературы по инфракрасному обогреву и микроклимату ульев, мы хотим провести исследования и разработать автономную систему электроснабжения пасек, что позволит значительно уменьшить расходы на монтаж линий электропередач, а также разработать эффективное средство защиты электрических контактов от воздействия окружающей среды и разработать программу управления ПЛК для регулирования параметров микроклимата в улье. Рациональное использование электроэнергии невозможно без разработки энергоресурсосберегающих электротехнологий для электрооборудования и системы автоматического управления этим электрооборудованием.

Список литературы

1. Лазутин Ф. Пчелы в радость / Ф. Лазутин. – СПб., 2008. – С. 15–23.
2. Корж В.Н. Основы пчеловодства / В.Н. Корж. – Ростов-на-Дону: Изд. «Феникс», 2008. – 192 с.
3. Папичев А.Ю. Практическая энциклопедия пчеловодства / А.Ю. Папичев. – Ростов-на-Дону: Изд. «Феникс», 2005. – 320 с.
4. Электрообогрев улья в вопросах и ответах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://medovoeleto.ru/index.php/pasechnikam/47-elektroobogrev-ulya-v-voprosakh-i-otvetakh> – Загл. с экрана (дата обращения: 7.10.2018).

5. Инфракрасные обогреватели для обогрева ульев от производителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.flexyheat.ru/infrakrasnye-obogrevateli-dlya-obogreva-ulev/> – Загл. с экрана (дата обращения: 7.10.2018).

6. Кондратьева Н.П., Юран С.И., Владыкин И.Р., Баранова И.А., Козырева Е.А., Баженов В.А. Энергоресурсосберегающие электротехнологии и электрооборудование на предприятиях агропромышленного комплекса // Энергоресурсосбережение в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве и агропромышленном комплексе: материалы регионального научно-практического семинара. – Ижевск, 2016. – С. 304–312.

7. Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р., Баранова И.А., Юран С.И., Батулин А.И., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Разработка системы автоматического управления электрооборудованием для реализации энергосберегающих электротехнологий // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 6 (85). – С. 36–49.

8. Кондратьева Н.П., Руденок В.А., Владыкин И.Р., Аристова Г.Н., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Разработка эффективного средства защиты электрических контактов от воздействия окружающей среды // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 1 (26). – С. 45–50.

9. Кондратьева Н.П., Широкова Т.А., Ильясов И.Р. Разработка программы управления ПЛК для регулирования параметров микроклимата на предприятиях АПК // Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск, 2015. – С. 197–199.

10. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г., Батулин А.И., Глазырин К.Ф. Обоснование применения ресурсосберегающих источников энергии // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. – Чебоксары, 2016. – С. 435–440.

УДК 631.371:621.311.243

М.Н. Ильин, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.П. Кондратьева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Солнечные панели и их использование в сельском хозяйстве

В современной практике выращивания сельскохозяйственных культур популярность набирает технология двойного использования земель – солнечные электростанции располагают непосредственно над фермерскими полями в Японии, Италии, Франции и Германии. Перед монтажом установок исследователи тщательно просчитывают особенности падения тени и риски ее негативного влияния на рост и развитие растений, величину урожая. Опоры для гелиопанелей выполняются без применения бетона, что позволяет быстро осуществлять демонтаж конструкций при необходимости.

Технологии использования солнечной энергии в сельском хозяйстве жарких южных стран (Кипр, Турция, Греция, Египет) особенно интересны, поскольку незначительное затенение в сочетании с модернизацией гидротехники должно благоприятно сказаться на объемах выращиваемой продукции. В России также имеются примеры внедрения инновационных технологий получения солнечной энергии для сельского хозяйства и дешевого электричества в частных домовладениях [1, 2, 3, 4, 5].

Солнечные батареи используются для снабжения электричеством животноводческих ферм и техники, для поддержания оптимальной температуры в коровниках. С их помощью обеспечивается безопасность территории сельскохозяйственного угодья

и производится выпас скота с использованием «электропастуха» – специальной изгороди, которая позволяет проводить выгул без присутствия людей и отпугивает хищников. «Электропастух» действует по принципу электрошокера, безопасного для жизни и здоровья скота, и может заряжаться от солнечных батарей [3].

Солнечные модули также применяются в растениеводстве и пчеловодстве. Сбор растений и меда часто производится в достаточно отдаленных местах, где не всегда есть доступ к линии электропередач.

Солнечные панели классифицируют по используемому материалу и технологии производства. Существуют две большие группы солнечных модулей:

1. Кремниевые:

- а) монокристаллические;
- б) поликристаллические;
- в) аморфные;

2. Пленочные:

- а) полимерные;
- б) тонкопленочные;
- в) с добавлением селенида меди.

Гипотеза. На российском рынке в большинстве своем представлены моно-и поликристаллические панели в большом ассортименте. Как и следовало ожидать, большинство из них – китайского производства. Но ведь это и неудивительно: Китай – лидер в производстве и продаже систем генерации солнечной энергии. Кроме того, на рынке присутствуют немецкие (Calixo, SCHOTT) и японские (SHARP) солнечные батареи [5].

Максимальная мощность монокристаллических элементов будет достигнута лишь в солнечный день с использованием систем поворота светочувствительных элементов. Поэтому данные панели в большей степени подойдут жителям южной полосы России, где количество солнечных дней максимально. В остальных же регионах при проектировании систем автономного электроснабжения имеет смысл обратить свое внимание на сравнительно новые панели, произведенные по микроморфной технологии, которые способны преобразовывать в электричество не только солнечный ультрафиолет, но и инфракрасное излучение. Это их достоинство может с лихвой покрыть недостаток низкого КПД [4].

Задачей нашей работы является обоснование применения ресурсосберегающих источников энергии для пчасек, расположенных на территории Удмуртской Республики [6].

Опираясь на обзор специальной литературы по солнечным панелям и их использование в сельском хозяйстве, мы хотим провести исследования и разработать автономную систему электроснабжения пчасек, что позволит значительно уменьшить расходы на монтаж линий электропередач [7].

Рациональное использование электроэнергии невозможно без разработки энергоресурсосберегающих электротехнологий для электрооборудования и системы автоматического управления этим электрооборудованием [8, 9].

Заключение. Опираясь на обзор специальной литературы по солнечным панелям и их использование в сельском хозяйстве, мы хотим провести исследования и разработать автономную систему электроснабжения пчасек, что позволит значительно умень-

шить расходы на монтаж линии электропередач. Рациональное использование электроэнергии невозможно без разработки энергоресурсосберегающих электротехнологий для электрооборудования и системы автоматического управления этим электрооборудованием.

Список литературы

1. Горюнова Н.А. Органические полупроводники. / Н.А. Горюнова. – М., 2001. – С. 174.
2. Джафаров Т.Дж. О. Фотостимулированные атомные процессы в полупроводниках / Т.Дж. О. Джафаров. – М.: «Энергоатомиздат», 1984. – С. 134.
3. Применение солнечной энергии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://solarfox-energy.com/primenenie-solnechnoj-energii-v-selskom-hozyajstve/> – Загл. с экрана (дата обращения: 8.10.2018).
4. Виды солнечных панелей, их применение и эффективность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://akbinfo.ru/alternativa/solnechnye-paneli.html> – Загл. с экрана (дата обращения: 8.10.2018).
5. Электроснабжение при помощи солнечных батарей: обзор панелей на отечественном рынке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rmnt.mirtesen.ru/blog/43669075663/Elektrosnabzhenie-pri-pomoschi-solnechnyh-batarey:-obzor-panele> – Загл. с экрана (дата обращения: 8.10.2018).
6. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г., Батулин А.И., Глазырин К.Ф. Обоснование применения ресурсосберегающих источников энергии / Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. – Чебоксары, 2016. – С. 435–440.
7. Кондратьева Н.П., Стерхова Т.Н., Широбокова Т.А., Огородников Л.Л., Моисеенко А.Б. Обеспечение безопасности при эксплуатации распределительных сетей // Надежность и безопасность энергетики. – 2017. – Т. 10. – № 4. – С. 287–290.
8. Кондратьева Н.П., Юран С.И., Владыкин И.Р., Баранова И.А., Козырева Е.А., Баженов В.А. Энергоресурсосберегающие электротехнологии и электрооборудование на предприятиях агропромышленного комплекса / Энергоресурсосбережение в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве и агропромышленном комплексе // Материалы регионального научно-практического семинара. – Ижевск, 2016. – С. 304–312.
9. Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р., Баранова И.А., Юран С.И., Батулин А.И., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Разработка системы автоматического управления электрооборудованием для реализации энергосберегающих электротехнологий // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 6 (85). – С. 36–49.

УДК631.10

К.В. Щепетильников, студент 19-й группы ФДПО

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.П. Кондратьева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Использование микропроцессорных устройств в релейной защите электрических сетей

При реконструировании элементов или систем электроснабжения необходимо учитывать ряд принципиальных положений и основные требования, учет которых обеспечивает грамотное реконструирование.

Необходимо чтобы система электроснабжения была такой, чтобы она обеспечивала необходимую и достаточную надежность питания потребителей заданной категории и отвечала требованиям

экономичности на ее сооружение, эксплуатацию и реконструкцию. При реконструировании систем электроснабжения возникает вопрос улучшения качества электроэнергии.

Гипотеза. Реконструкция в электрических сетях – важный аспект качества, наглядный индикатор состояния системы электроснабжения. Этот индикатор все отчетливее свидетельствует о накапливающихся проблемах, которые требуют безотлагательных решений в области технического перевооружения электропитающих систем, совершенствования методов и средств их эксплуатации и управления, повышения точности учета электроэнергии.

Сегодня при решении проблемы переоснащения Россия стоит перед выбором: какие устройства защиты предпочесть. Существуют два пути решения этой проблемы.

Первый заключается в замене существующих РЗА на традиционные электромеханические устройства отечественных производителей.

Второй – замена на микропроцессорные защиты производства западных компаний.

В релейную защиту микропроцессоры пришли довольно поздно, по крайней мере, позднее, чем в другие области электротехники. Первые устройства защиты с микропроцессорами начали производить в начале 80-х гг. Siemens и АВВ. Именно к этому времени появились процессоры, способные принять необходимое количество сигналов о состоянии сети и преобразовать их.

Строго говоря, использовать термины «микропроцессорная защита» или «электромеханическая защита» не совсем корректно. Те аппараты, которые призваны защищать электрические сети, правильнее называть релейной защитой с использованием либо электромеханических, либо микропроцессорных устройств. Схема работы и тех, и других аналогична.

Совокупность измерительных преобразователей воспринимает незапланированные отклонения от нормальной работы сети (о состоянии угла сдвига фаз, о напряжении и т.д.), стоящие за ними приборы анализируют состояние сети и в зависимости от величины отклонений выдают команду на противоаварийное отключение. Приборы, анализирующие состояние сети, выполняются на электромеханических реле (релейная логика) или на микропроцессорах (логика, реализованная на базе микропроцессоров) с соответствующими периферийными устройствами, которые преобразуют аналоговый сигнал.

Измерительные преобразователи воспринимают в основном только два параметра: величину тока и величину напряжения в сети. Для электромеханической релейной защиты этих сведений вполне достаточно: при определенных отклонениях параметров на цепь управления поступит соответствующий сигнал, и сеть будет отключена.

Микропроцессорные устройства на основании анализа двух данных параметров выдают и запоминают еще целый ряд дополнительных, данных, например: причина отключения, время и дата отключения, ток и длительность аварийной ситуации, векторная диаграмма напряжений и токов в линии в момент отключения и пр. Но конечная задача этих устройств – также дать сигнал на отключение при перегрузке сети. Однако встает вопрос, насколько необходимы все эти дополнительные параметры и насколько увеличившийся объем информации улучшает качество работы релейной защиты. Логика работы энергосистемы не изменилась – не увеличилось количество операций, выполняемых энергосистемой: производство электроэнергии, передача и

распределение ее потребителям, – следовательно, не увеличилось и количество основных функций, которые должна выполнять релейная защита. Таким образом, можно сказать, что достоинством микропроцессорной защиты являются не их функциональные качества, а удобство в эксплуатации. Они выполняют те же самые функции и задачи, что и электромеханические защиты. Сейчас система РЗиА на подстанции существует на основе электромеханических реле, которые с каждым днем устаревают. Характеристики таких реле недостаточно высоки, чтобы обеспечивать мгновенное срабатывание и гарантировать надежность работы оборудования.

Современные комплектные микропроцессорные устройства обеспечивают выполнение всех функций, необходимых для присоединения.

Кроме непосредственно функций основной и резервной защиты они обеспечивают также контроль за состоянием выключателя, телеуправление, местное управление из шкафа, или дистанционное управление по локальной сети, регистрацию событий, осциллографирование аварийных процессов, измерение текущих электрических величин, передачу этой информации на верхний уровень управления. Все это входит в функциональный объем одного или двух микропроцессорных устройств РЗиА. Для того чтобы обеспечить связи устройства с оборудованием своего и смежных присоединений, требуется еще некоторое количество промежуточных реле, автоматы оперативного тока, резисторы, диоды и некоторые другие элементы. Для подключения внешних контрольных кабелей, локальной сети и прочих элементов требуется клеммник на значительное количество клемм.

Такое размещение дает значительную экономию труда и материалов: не требуются контрольные кабели для связи между панелями и необходимые им клеммы, остаются только связи со своим и чужими присоединениями. Сокращается объем монтажных работ и ошибки монтажа. Монтаж шкафа и большая часть его наладки могут быть выполнены в заводских условиях. Сокращается объем наладки на месте монтажа. Экономится площадь для размещения аппаратуры.

Большинство фирм, которые производят оборудования РЗиА, прекращают выпуск электромеханических реле и переходят на цифровую элементную базу.

Основные характеристики микропроцессорных защит значительно выше, чем у микроэлектронных, а тем более электромеханических. Так, мощность, потребляемая от измерительных трансформаторов тока и напряжения, находится на уровне 0,1–0,5 ВА, аппаратная погрешность в пределах 2–5 %, коэффициент возврата измерительных органов составляет 0,96–0,97.

Мировыми лидерами в производстве устройств РЗиА являются концерны АВВ, SIEMENS, ЭКРА.

Общей для них является тенденция все большего перехода на цифровую технику. Цифровые защиты, выпускаемые этими фирмами, имеют высокую стоимость, которая, впрочем, окупается их высокими техническими характеристиками и многофункциональностью. Использование цифровых способов обработки информации в устройствах РЗиА существенно расширило их возможности и улучшило эксплуатационные качества.

Современные цифровые устройства РЗиА интегрировали в рамках единого информационного комплекса функции релейной защиты, автоматизации, измерения, регулирования и управления электроустановкой.

Такие комплексы устройств обладают важными достоинствами, к которым относятся:

- многофункциональность и малые размеры;
- возможность дистанционного изменения настройки и программ функционирования (с помощью пульта управления оператора);
- автоматическое тестирование и самодиагностика;
- ускорение противоаварийных отключений и включений электротехнического оборудования;
- выдача оператору информации о состоянии оборудования и о готовности к противоаварийным управляющим воздействиям на них противоаварийной автоматики;
- регистрация и хранение информации о развитии аварийных ситуаций, о функционировании и эффективности действия интегрированных комплексов противоаварийного управления;
- отсутствие необходимости кропотливых периодических проверок технического состояния и настройки противоаварийной автоматики.

Переход на новую элементную базу не приводит к изменению принципов релейной защиты и электроавтоматики, а только расширяет ее функциональные возможности, упрощает эксплуатацию и снижает ее стоимость. Именно по этим причинам микропроцессорные устройства очень быстро занимают место устаревших электромеханических и микроэлектронных устройств.

Необходимость замены электромеханических устройств РЗА на ПС, выработавших срок службы и морально устаревших определяют такие критерии, как:

- несоответствие технических характеристик требованиям к устройствам РЗА;
 - эксплуатация электромеханических устройств свыше 25 лет;
 - фактический износ значительной части аппаратов;
 - неудовлетворительное состояние изоляции контрольных кабелей, проводов, катушек;
 - рост количества случаев изменения характеристик и повреждения элементов устройств, выявленных при проведении технического обслуживания и при анализе случаев неправильной работы;
- прекращение выпуска устройств и запасных частей к ним.

В своей дипломной работе я буду выбирать современные микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики отечественного производства, а именно компании ЭКРА г. Чебоксары. Эта компания является одной из российских фирм, зарекомендовавших себя на отечественном рынке.

Большой спектр оборудования, гарантированная техническая поддержка на всех стадиях эксплуатации и доступные цены, делают данную компанию одним из лидеров на российском рынке РЗА.

Одной из важнейших преимуществ аппаратуры ЭКРА в отличие от зарубежных (Siemens и ABB) является безотказность в работе и простота в обслуживании, так как эта аппаратура русифицирована (вся информация в каталогах и непосредственно информация на мониторах в шкафах и терминалах на русском языке).

Разработка новой серии шкафов ШЭ2607 позволяет выполнить проект РЗА для понижающих трансформаторных подстанций с использованием оборудования одного

производителя на базе предлагаемых им типовых решений. При этом все терминалы устройств РЗА могут быть объединены в единую информационную сеть под управлением единой программы мониторинга (EKRASMS), позволяющей вести наблюдение за текущими значениями всех входных и выходных сигналов, считывать и изменять уставки, организовывать базы данных событий и аварийных осциллограмм, синхронизировать времена и др.

Достоинствами многокомплектных шкафов новой серии является их компактность, позволяющая значительно сократить площади под их установку, что особенно актуально для малогабаритных помещений подстанций (блок-боксов), а также более низкая стоимость по сравнению с одно- и двухкомплектными шкафами, имеющими такой же набор защит.

За последние 8 лет оборудование ЭКРА г. Чебоксары зарекомендовало себя, так как в процессе эксплуатации не возникает никаких проблем.

На подстанции в большом количестве и многообразии необходимы комплексы автоматических устройств, среди которых первостепенное значение имеют устройства релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Надежное и экономичное функционирование подстанции возможно только при её автоматизации. Для этой цели должны использоваться устройства релейной защиты и автоматики на основе микропроцессорного оборудования.

Технически грамотное применение и управление таким оборудованием позволяет максимально реализовать технологические возможности используемого оборудования, повысить его экономическую эффективность, обеспечить безопасность условий труда и бесперебойную работу электрооборудования.

Цифровые устройства релейной защиты благодаря функциям диагностики выявляют повреждения или аномальные режимы работы электротехнического оборудования на ранней стадии его развития. Вместе с тем, в нормальных рабочих условиях, данные, получаемые от устройств защиты, могут быть использованы для оптимизации работы оборудования и повышения производительности предприятия в целом.

Заключение. Внедряя современные средства защиты в общую систему автоматизации подстанции, управление электротехническим оборудованием может быть улучшено, а нежелательные внеплановые простои сокращены. Все это приводит к быстрой окупаемости устройств релейной защиты и диагностики, делая их ценным компонентом системы автоматизации предприятия. Использование современной элементной базы высокой степени интеграции позволит повысить аппаратную надежность самих устройств защиты и диагностики, которая должна быть не ниже, чем надежность защищаемого оборудования.

Список литературы

1. Герасимов В.Г. Электротехнические изделия и устройства. – 9-е издание. – М.: Издательство МЭИ, 2003.
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006.
3. Правила устройства электроустановок. – 7-е издание, дополненное и перераб. – М.: «Энергосервис», 2006.
4. Рубинчик В.А. Резервирование отключения коротких замыканий в электрических сетях. – М., 1985.

5. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98. РАО «БЭС Россия», 2000.
6. Руководящие указания по релейной защите. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110 – 550 кВ». – М., 1980.
7. Федоров А.А., Сербиновский Г.В. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий, электрооборудование и автоматизация. – М.: «Энергоиздат», 1981.
8. Шабад М.А. Максимальная токовая защита. – Санкт-Петербург: «Энергоатомиздат», 1991.
9. Шабад М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей. – Санкт-Петербург: «Энергоатомиздат», 1991.

УДК 637.1.02

Д.В. Емельянов, студент магистратуры 451-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент И.А. Баранова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Способы мытья молочных танков

Мойка молочного оборудования один из важных этапов в производственном процессе. В статье рассмотрены способы очистки оборудования. Кроме того, большое внимание уделено вопросу дезинфекции молочной аппаратуры.

Ключевые слова: Мойка молочных танков, дезинфекция молочного оборудования, циркуляционный метод мойки, механический способ мойки.

Производство молока начинается с пастеризации – термической обработки, деаэрации, сепарации и гомогенизации. Далее оно поступает в накопительные емкости на хранение и розлив. Несмотря на кажущуюся простоту, хранение – ответственный этап в производственном процессе [1, 2]. Сохранять определенный запас молока необходимо, поскольку его поступление на комбинат сильно зависит от времени года, а объемы продаж меняются от дня недели. Кроме того, производительность пастеризационных установок отличается от производительности линий розлива, и чтобы смежные участки не простаивали, требуется некоторый запас молока. Хранение молока осуществляется в специальных емкостях – термосах, где молоко длительное время сохраняет свою начальную температуру, а также периодически перемешивается с целью равномерного распределения жира по объему.

После опустошения емкости всегда следует проводить мойку и дезинфекцию молочного оборудования [3, 4]. Посредством промывки водой большая часть остатков молока удаляется с поверхности молочной аппаратуры и трубопроводов. Для мойки применяют теплую воду, чтобы не образовывался осадок на оборудовании. Мыть оборудование следует по возможности с применением щеток. Демонтаж длинных трубопроводов и системы шлангов довольно трудоемок, поэтому их моют и дезинфицируют **циркуляционным методом**, который заключается в следующем [5].

Циркуляция моющих и дезинфицирующих растворов в замкнутых циклах дает возможность снижать затраты рабочего времени, использовать растворы моющих и дезинфицирующих средств, содержащих 200 мг/л активного хлора. При этом более

экономично расходуются моющие и дезинфицирующие средства, уменьшается износ оборудования, не выходят из строя соединения, прокладки, заглушки и т. д.

При циркуляционной мойке имеет значение напор циркулирующего раствора и продолжительность его воздействия на оборудование. Скорость прокачиваемого раствора в трубах наибольшего диаметра должна составлять не менее 1,5–2 м/с. При монтаже оборудования следует учитывать, что горизонтальные коммуникации должны иметь уклон 1° на погонный метр. Внутренняя поверхность трубопровода должна быть гладкой, так как на полированных и гладких поверхностях скопление загрязнений меньше, чем на пористых и шероховатых.

Фильтры, фасовочные автоматы и т. п. после зачистки моют вручную щетками и ершами с применением моющих растворов, затем ополаскивают горячей водой и оставляют для просушки.

Не реже двух раз в неделю после мойки линию дезинфицируют раствором хлорной извести. Для этого в смеситель набирают приготовленный централизованно дезинфицирующий раствор или к 300–400 л воды добавляют 3–4 л основного раствора хлорной извести (из расчета получения раствора, содержащего 200 мг/л активного хлора). Линию заполняют хлорным раствором, циркуляцию раствора гравитационно проводят не менее 20 мин, после чего раствор сливают в канализацию, линию промывают холодной водой.

Молочные танки моют ежедневно путем разбрызгивания моющего раствора внутри танка с помощью различных форсунок и моющих головок, вмонтированных в крышку танка. После освобождения от молока танк через форсунку или моющую головку ополаскивают холодной водой, промывную воду спускают в канализацию. Затем через танк и его коммуникации по замкнутому циклу прокачивают в течение 20–30 мин 1 %-ный раствор каустической или кальцинированной соды, после чего танк и все коммуникации промывают горячей водой, обрабатывают раствором хлорной извести в течение 15 мин, промывают холодной водой и просушивают горячим воздухом.

Молокопроводы из нержавеющей стали моют непосредственно после освобождения от молока. Для удаления остатков молока через молокопроводы прокачивают холодную воду в течение 3–5 мин, затем раствор моющих средств 1 %-ной концентрации в течение 20–30 мин. После циркуляционной мойки растворами молокопроводы промывают горячей водой в течение 10–15 мин, затем холодной водой в течение 2–3 мин.

После мойки молочного оборудования обязательно следует проводить его **дезинфекцию**. Отдельные детали и небольшую аппаратуру помещают на 30–60 мин в дезинфицирующий раствор и затем споласкивают чистой водой. Чистая высушенная аппаратура хранится до следующего использования. Дезинфекция трубопроводов, как и их мойка, осуществляется струей дезинфицирующих растворов, нагретых до температуры 60–70 °С. Можно применять недостаточно горячий дезинфицирующий раствор, однако при этом не следует рассчитывать на высокую эффективность дезинфекции, так как у большинства дезинфицирующих средств значительно снижается активность при низких температурах. Для мойки и дезинфекции доильной аппаратуры на молочных фермах рекомендуется следующий технологический процесс: доение – предварительное ополаскивание теплой водой – мойка – дезинфекция – последующее

ополаскивание – хранение в высушенном виде – промывка – доение. На доильных установках с молокопроводом мойку и дезинфекцию проводят многократно циркуляционным способом, причем дезинфицирующие растворы в течение процесса промывания следует постоянно подогревать. Применять пар на животноводческих фермах довольно дорого, хотя имеющиеся в продаже устройства для стерилизации доильных аппаратов паром исключительно эффективны. При использовании щелочных средств для мытья доильных аппаратов и доильных установок с молокопроводом в трудно доступных местах (теневые участки), куда не попадают дезинфицирующие растворы, за несколько дней образуются осадки, в которых размножаются в большом количестве микроорганизмы. Поэтому каждую неделю необходимо проводить дополнительную промывку кислотными моющими средствами или необходимо аппаратуру полностью разбирать (демонтировать) для генеральной промывки. На молочных заводах мойку и дезинфекцию проводят или циркуляционным способом (без демонтажа), или струей воды. Промывка систем трубопроводов (без демонтажа) выполняется, как правило, по следующей программе:

1. Предварительное споласкивание водой.
2. Предварительное споласкивание кислотным раствором (температура 50–70 °С).
3. Промежуточное споласкивание водой.
4. Мойка щелочным раствором (температура 60–70 °С).
5. Споласкивание водой.
6. Стерилизация.
7. Последующее споласкивание водой, по качеству соответствующей питьевой воде.

Процесс мойки молочного оборудования должен проходить в течение 60 мин, причем 10–15 мин уделяют стерилизации. Большое значение имеет тот факт, что все трубопроводы в процессе промывки связаны в единую линию.

Последовательность действий при механическом способе мойки оборудования:

- 1) обмыть водой (в случае загрязнения промыть моющим раствором) наружную поверхность танка;
- 2) подсоединить танк к линии подачи воды, моющего раствора и дезинфицирующих средств;
- 3) промыть через форсунки, расположенные внутри танка, его внутреннюю поверхность в следующей последовательности:
 - а) водопроводной водой до полного удаления остатков продукта, хранившегося в танке (3–5 мин.);
 - б) циркуляцией горячего (60–65 °С) моющего раствора в течение 5–7 мин.;
 - в) теплой водой (35–40 °С) до полного удаления следов моющего раствора (5–7 мин.);
- 4) продезинфицировать танк – внутреннюю поверхность и арматуру;
- 5) ополоснуть водопроводной водой внутреннюю поверхность танка в случае применения раствора дезинфектанта в течение 5–7 мин., поставить на место краны, закрыть люк с прокладкой.

Заключение. Мойку и дезинфекцию молочного оборудования следует проводить всегда отдельно, так как высокое содержание белков в молочных остатках на стенках недостаточно отмытой посуды и инвентаря не даст возможность провести эф-

фективную дезинфекцию. Поэтому дезинфекции должна предшествовать предварительная мойка. Посредством промывки водой большая часть остатков молока удаляется с поверхности молочной аппаратуры и трубопроводов. Мойку следует проводить сразу после использования доильной аппаратуры, чтобы предотвратить высыхание молочных остатков. Чтобы не образовался осадок на оборудовании, для мойки применяют теплую воду. Холодная вода вызывает затвердевание остатков жира и осаждение некоторых других веществ.

Список литературы

1. Столбов Д.П. Способы управления режимами хранения молока / Д.П. Столбов, И.А. Баранова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронный ресурс]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 582–586.
2. Столбов Д.П. Оптимизация методов управления режимами хранения молока с последующей очисткой оборудования / Д.П. Столбов, И.А. Баранова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронный ресурс]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – С. 62–65.
3. Маневич Б.В., Кузина Ж.И. Совмещенная мойка и дезинфекция оборудования // Переработка молока: технология, оборудование, продукция. – № 11. – 2010. – С. 38–40.
4. Кузина Ж.И. Повышение эффективности мойки емкостного оборудования // Молочная промышленность. – № 6. – 2012. – С. 50–51.
5. Сайт сети Internet. – Режим доступа: <http://vetfac.narod.ru/kielwein0milk/book127.htm>.

УДК 621.311.426

А.М. Чередникова, студент 451-й группы ФЭЭ
Научный руководитель: доцент Н.П. Кочетков
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Преимущество и использование двухтрансформаторных подстанций киоскового типа

Показаны эксплуатационные достоинства и преимущества двухтрансформаторных подстанций киоскового типа.

Двухтрансформаторная подстанция 2КТП предназначены для приема, транзита и преобразования электрической энергии трехфазного переменного тока напряжением 6 (10) кВ и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока напряжением 0,38 кВ промышленной частоты 50 Гц.

2КТП применяются для коммунальных сетей городов и поселков.

Основным фактором использования 2КТП киоскового типа является полная изоляция трансформатора и распределительных устройств от случайного проникновения и атмосферных осадков, что повышает безопасность и увеличивает срок службы подстанции.

Сегодня 2 КТП чрезвычайно востребованы: удобство и компактность конструкции, сжатые сроки изготовления, быстрый монтаж и демонтаж установок, надежность оборудования – эти факторы делают современные 2КТП незаменимым элементом в организации бесперебойной подачи электроэнергии потребителям.

Подходящая линия электроэнергии может подаваться как кабельным, так и воздушным путем.

Преимущества 2 КТП киоскового типа:

- 1) возможность подключить потребителя к двум высоковольтным вводам, что позволит обеспечить бесперебойную подачу электроэнергии;
- 2) быстрый срок изготовления, от 10 дней, с момента заключения договора до изготовления подстанции в зависимости от комплектации;
- 3) монтаж подстанции можно осуществить в любое время года;
- 4) более низкая стоимость по сравнению с аналогичными подстанциями из бетона или кирпича.

Гарантийный срок эксплуатации – один год со дня ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев с момента отгрузки подстанции потребителю. Срок службы подстанции 25 лет. Сроки гарантии комплектного оборудования определяются по документации заводов изготовителей.

Список литературы

1. Двухтрансформаторные подстанции утепленные: <http://ktp74.ru/catalog/ktp/2ktpn-u/>
2. 2 КТП – двухтрансформаторная подстанция: <http://comenerstroy.ru/production/>

УДК 621.311

А.А. Нохрина, О.Н. Хомякова, К.С. Ломова, И.А. Кудрявцева, студенты магистратуры 19-й группы 3-го года обучения ФДПО направления «Агроинженерия»
Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент Т.А. Родыгина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Пути решения проблем охранной зоны линий электропередач

В настоящей работе указаны пункты правил о соблюдении охранной зоны линий электропередач. Описаны ситуации и последствия пренебрежения данными правилами. Рассмотрены пути решения проблем, связанных с несоблюдением охранной зоны. Статья имеет ознакомительный характер и преследует цель помочь в разрешении конфликтов, возникших при несоблюдении охранной зоны.

Ключевые слова: охранная зона, земельный участок, линия электропередач, электросетевая организация.

Annotation: In this paper we will indicate the points of the rules on compliance with the protective zone of power lines. The situations and consequences of neglecting these rules are described. Considered ways to solve problems associated with non-compliance with the protection zone. The article is for informational purposes only and is intended to help resolve conflicts arising from non-compliance with protected zone.

Key words: security zone, land, power line, power grid organization.

Линии электропередач до 1 кВ и 10 кВ, которые снабжают электроэнергией частный жилой сектор, является для потребителя чем-то обычным, обязательным и обыденным. Основная масса населения не имеют никакого представления об охранной

зоне воздушных и кабельных линий и могут годами там хранить пиломатериал, металлолом, строительный материал и пр.

Охранные зоны, как таковые, уже оговорены соответствующим Постановлением Правительства РФ от 24.02.2009 № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон». Таким образом, принятие каких-то дополнительных распоряжений и постановлений для того, чтобы установить охранные зоны линий электропередач не нужно.

В пункте 8, упомянутого выше постановления, сказано, что в охранных зонах запрещается осуществлять любые действия, которые могут нарушить безопасную работу объектов электросетевого хозяйства, в том числе привести к их повреждению или уничтожению, и (или) повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан и имуществу физических или юридических лиц, а также повлечь нанесение экологического ущерба и возникновение пожаров, в том числе:

а) набрасывать на провода и опоры воздушных линий электропередачи посторонние предметы, а также подниматься на опоры воздушных линий электропередачи;

б) размещать любые объекты и предметы (материалы) в пределах, созданных в соответствии с требованиями нормативно-технических документов проходов и подъездов для доступа к объектам электросетевого хозяйства, а также проводить любые работы и возводить сооружения, которые могут препятствовать доступу к объектам электросетевого хозяйства, без создания необходимых для такого доступа проходов и подъездов;

в) находиться в пределах огороженной территории и помещениях распределительных устройств и подстанций, открывать двери и люки распределительных устройств и подстанций, производить переключения и подключения в электрических сетях (указанное требование не распространяется на работников, занятых выполнением разрешенных в установленном порядке работ), разводить огонь в пределах охранных зон вводных и распределительных устройств, подстанций, воздушных линий электропередачи, а также в охранных зонах кабельных линий электропередачи;

г) размещать свалки;

д) производить работы ударными механизмами, сбрасывать тяжести массой свыше 5 тонн, производить сброс и слив едких и коррозионных веществ и горючесмазочных материалов (в охранных зонах подземных кабельных линий электропередачи) [1].

В пункте 9 – в охранных зонах, установленных для объектов электросетевого хозяйства напряжением свыше 1000 вольт, помимо действий, предусмотренных пунктом 8 настоящих Правил, запрещается:

а) складировать или размещать хранилища любых, в том числе горючесмазочных, материалов;

б) размещать детские и спортивные площадки, стадионы, рынки, торговые точки, полевые станы, загоны для скота, гаражи и стоянки всех видов машин и механизмов, проводить любые мероприятия, связанные с большим скоплением людей, не занятых выполнением разрешенных в установленном порядке работ (в охранных зонах воздушных линий электропередачи);

в) использовать (запускать) любые летательные аппараты, в том числе воздушных змеев, спортивные модели летательных аппаратов (в охранных зонах воздушных линий электропередачи);

г) бросать якоря с судов и осуществлять их проход с отданными якорями, цепями, лотами, волокушами и тралами (в охранных зонах подводных кабельных линий электропередачи);

д) осуществлять проход судов с поднятыми стрелами кранов и других механизмов (в охранных зонах воздушных линий электропередачи) [1].

Требуется определить лишь юридические и фактические границы охранных зон линий электропередач. Предположим, электросетевая организация построила участок ВЛИ-10 кВ для электроснабжения новой трансформаторной подстанции. Теперь необходимо обратиться к кадастровому инженеру, который, в свою очередь, составляет карта-план. Этот карта-план утверждается в органах Ростехнадзора и дальше передается в Федеральную службу государственной регистрации кадастра и картографии «Росреестр», после чего вносятся сведения об охранной зоне в единый государственный реестр недвижимости.

Зафиксированы границы охранной зоны в едином государственном реестре или нет, можно посмотреть на публичной кадастровой карте в сети Интернет на сайте rkk5.rosreestr.ru. В разделе «Управление картой» необходимо поставить флажок «Зоны с особыми условиями использования территории» и мы увидим, как на карте будут отображены зеленым цветом охранные зоны линий электропередач и трансформаторных подстанций, а также газопровода и водопровода. Если нажать на отмежеванный участок, на котором расположены линии электропередач, то на экране появится информация, где можно увидеть разрешенное использование земельного участка, например, «для строительства КТПН, ВЛИ-10 кВ, ВЛИ-0,4 кВ».

Естественно, располагая данной информацией, можно подумать, приобретать ли земельный участок вблизи электросетевого оборудования или нет. Не исключены случаи, когда земля, на которой расположены линии электропередач, не была зарегистрирована сетевой организацией. Охранная зона может проходить по земельному участку, который нам приглянулся для строительства жилого дома. В таком случае на этот земельный участок будут наложены ограничения. Говоря простым языком: дом строй там, а не тут, скважину тут не бурить, деревья тут не сажать. А когда придет время производить капитальный ремонт с последующей заменой опор, велика вероятность, что сетевая организация может испортить все грядки и это в лучшем случае.

Существует также понятие габарит воздушной линии при сближениях. Это наименьшее допустимое расстояние от проводов воздушных линий до различных объектов при прохождении линии параллельно этим объектам (например, зданиям, строениям и т. д.) [1]. Данное правило следует соблюдать при возведении любых построек.

Рассмотрим другую ситуацию. Предположим, что физическому лицу была выдана квартира в двухквартирном доме еще в конце 80-х годов. Со временем жильцы обустроили околodomовую территорию и огородили себе участок земли, не обращая

внимания на то, что в конце образовавшегося участка проходит ВЛ-10 кВ по деревянным опорам на железобетонных приставках. Затем, данное физическое лицо приватизировало свою квартиру и земельный участок. В процессе эксплуатации ВЛ представители электросетевой организации обязаны производить осмотр и замеры загнивания древесины, но каждый раз, при попытке попасть на земельный участок, собственника не было дома, а на письма, отправленные по почте, не было никакой реакции. Проникать на чужую частную собственность нельзя – это незаконно. И вдруг, происходит неизбежное – деревянная опора медленно наклоняется в сторону дома вследствие загнивания древесины. Собственник дома, во избежание худшего, обращается в электросетевую организацию с требованием убрать опоры с его земельного участка.

Если на приватизированном земельном участке находятся опоры линий электропередач, то необходимо, первым делом, написать запрос в электросетевую организацию, т.е. к собственникам данного объекта. Получить письменный ответ о том, на каком основании данные объекты расположены на земельном участке, который принадлежит физическому лицу. Если ответы электросетевой организации не устраивают и решить проблему с переносом объекта за пределы земельного участка не получается, нужно обращаться в Прокуратуру. Если собственники линий электропередач не хотят выводить свое имущество за пределы частного домовладения, то по закону они должны платить за аренду земельного участка физическому лицу [2].

Организация, в чьей собственности находится линия электропередач, может заключить подобного рода соглашения с собственником земельного участка и соответственно выплачивать ему определенную сумму, либо на каких-то иных законных основаниях пользоваться его земельным участком. Также можно обратиться в Ростехнадзор. Это организация, которая обязана следить за соблюдением правил устройства электроустановок.

Если перечисленные действия не привели к желаемому результату, следует обратиться в суд. Можно обратиться с исковым заявлением о том, чтобы обязать электросетевую организацию устранить препятствия в пользовании земельным участком. Но для этого необходимо доказать, что указанные объекты мешают собственнику, провести соответствующую экспертизу, доказать, что создается угроза жизни и здоровью собственнику участка или его имуществу, и только после этого суд будет принимать решение по данному вопросу. Процесс долгий и затратный, поэтому проще дождаться, когда электросетевая организация запланирует вынос опор линии электропередач за пределы земельного участка.

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок. – 7-е издание (ПУЭ) / Главгосэнергонадзор России. – М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. – 610 с.
2. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2001. – № 44.
3. Ст. 4147; в ред.: ФЗ РФ от 22.07.2010 № 167-ФЗ // Российская газета. – 2010. – № 163.

И.В. Луценко, студент 20-й группы ФДПО

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Л.А. Пантелеева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Утилизация тепла уходящих дымовых газов котельных

Одним из эффективных способов повышения КПД является утилизация тепла уходящих дымовых газов ТЭС и котельных. Глубокое снижение температуры уходящих газов возможно за счет установки контактных или рекуперативных теплообменников в хвостовой части газо-воздушного тракта агрегата.

Особенно эффективна установка таких теплообменников на ТЭС, промышленных и отопительных котельных. Использование утилизационных установок в хвостовой части котлов наряду с повышением экономии, снижет количество выбросов оксида азота (NO) в атмосферу.

Чтобы снизить потери энергии на 10–30 % необходимо уменьшить количество избыточного воздуха, снизить температуру дымовых газов, установив охладитель между котлами и дымовой трубой; вмонтировать «турбулизаторы» в дымоходах котла с целью обеспечения турбулентного потока газа и улучшения теплопередачи; исключить подсос наружного воздуха, в местах с трещинами и отверстиями; использование регулируемых многоступенчатых горелок или малых горелок, когда нагрузка по теплу переменчива; свести к минимуму число запусков и остановов, за счет уменьшения количества тепла на входе в котел.

Для утилизации тепла уходящих после котлов промышленных печей и сушилок газов, и для повышения их КПД используют КТАН (контактный аппарат с активной насадкой), в котором происходит нагрев воды. КТАН представлен на схеме 1.

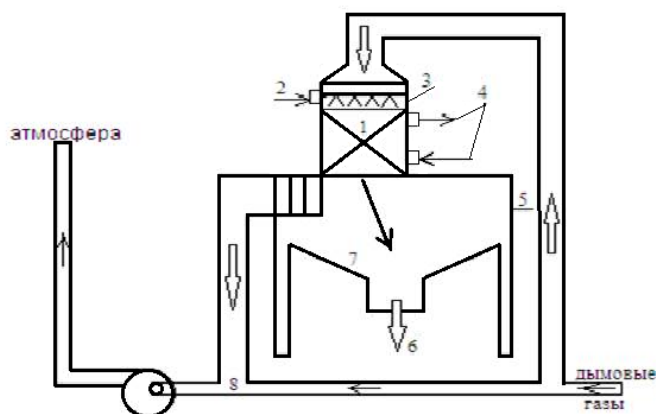


Схема 1 – КТАН – утилизатор.

- 1 – активная насадка; 2 – подвод орошающей воды; 3 – орошающая камера;
- 4 – подвод и отвод нагреваемой воды; 5 – корпус; 6 – отвод орошающей воды;
- 7 – сепарационное устройство; 8 – горячие дымовые газы мимо КТАНа

При работе КТАНа образуется два независимых друг от друга потока воды: чистой, подогреваемой через поверхность КТАНа, и воды, которая нагревается в результате непосредственного ее контакта с уходящими дымовыми газами.

Дымовые газы от котлов проходят через насадку контактных экономайзеров – 1, поступают в сепарационное устройство котельной – 7, в котором происходит отделение дымовых газов от капель воды. При выходе из сепарационного устройства влажные дымовые газы подсушиваются, во время смешения с горячими газами (7–30%), пропускаемый по мимо КТАНа – 8, и удаляются в атмосферу через дымовую трубу. Для полного использования тепла уходящих дымовых газов тепловой схемой котельной может быть предусмотрен нагрев в КТАНе сырой (исходной) воды, воды отчищенной химическим методом, а также воды, идущей на горячее водоснабжение бытовых и производственных сторонних потребителей. Экономия топлива при установке КТАНа за котлом достигает 10–15 %.

При использовании экономайзера потребуется много свободного места, так как он обладает большими габаритами. Такое устройство имеет высокую стоимость, но окупается через несколько лет.

Экономайзер экономит расход топлива, которое требуется для подогрева воды, которая используется для отопления дома. А также заранее предусматривает расход энергии отходящих газов. При том, что до его устройства они не использовались.

За счет экономайзера котла подогревается вода еще до подачи в котел отопления. В топке есть трубы, по которым проходит газ. Именно в этом и заключается принцип подогрева. Для того чтобы увеличить теплообмен устраивают трубы в шахматном или змеевидном расположении. На электростанции котел работает так же. Единственным отличием является забор пара, происходящий с помощью паровой турбинной установки.

Если вы установите паровую турбину, то КПД повысится от 10 до 15 %. Все продукты сгорания имеют разную влажность. Связано это с содержанием серной кислоты и углекислого газа. Поэтому в зависимости от вида топлива будет выделяться разное количества газов. Такие газы используются для подогрева воды экономайзером. Таким образом, происходит увеличение КПД устройства, а также уменьшается количество выбросов в атмосферу.

Виды экономайзера

Экономайзеры разделяются по степени подогрева воды, материалу, принципу действия, типу нагрева поверхности и условиям компоновки:

1. Кипящие и некипящие.
2. Паровые и водогрейные.
3. Стальные и чугунные.
4. Контактные и поверхностные.
5. Ребристые и гладкотрубные.

Каждый вид имеет много моделей. Это связано с технологией применения и свойствами материала. Он позволяет взаимодействовать с паром.

Конструктивные особенности экономайзера котла

Устроен экономайзер котла следующим образом:

- Основой экономайзера являются трубы, изготовленные из нержавеющей стали. Они согнуты в змеевики и объединяются в пакеты с заданным количеством секций отдельно в каждой зоне.

- Располагать их необходимо в шахматном порядке. Так как, исходя из свойств теплообмена, располагать в коридорной компоновке невыгодно.

- В системе устроено две трубы. Одна из них забирает воду, а другая подает. Экономайзеры бывают кипящими и некипящими. Они различаются по допустимой конденсации теплоносителя во время работы, а также температурой внутренней среды.

- Дополнительно устанавливаются разные контрольные приборы. При любых отклонениях от нормы они будут оповещать.

Но при устройстве дополнительного оборудования необходимо учитывать особенности системы. Чтобы избежать различных поломок. Расчет может произвести только квалифицированный мастер.

Купить экономайзер котла можно уже в готовом виде. Или же сделать индивидуальный чертеж, по которому вам изготовят оборудование. Таким образом, можно добиться высокого значения КПД. В промышленных целях это способствует уменьшению стоимости экономайзера.

Принцип работы

Самыми простыми и доступными являются поверхностные экономайзеры. Но они ограничиваются малым коэффициентом полезного действия и имеют ограничения по температуре использования.

Такие экономайзеры разделяют на теплофикационные и питательные. Первый вид нагревает воду для системы отопления. А питательные греют воды для отопительных котлов. Первый вид наиболее затратный, так как расходует большее количество воды.

Чугунные экономайзеры отличаются своей стойкостью к механическим и химическим повреждениям, а также долговечностью. Но давление в трубах должно быть не более 2,4 МПа. К недостаткам такого устройства можно отнести:

1. Большие габариты в отличие от других моделей.
2. Практически не защищены от гидравлических ударов.
3. Низкие тепловые и экономические показатели. Связано это с быстрым загрязнением оборудования золой и сажей. В связи с этим тяжело обслуживать экономайзер.
4. Теплопередача низкая в сравнении с другими экономайзерами.

Но, тем не менее, они широко применяются благодаря своей долговечности и практичности. Но в последнее время более востребованными стали стальные экономайзеры, так как они имеют большой диапазон применения.

Такие экономайзеры используют в отопительных котлах, которые работают на газе с избыточным давлением пара не более 23 кгс/см². А также на входном коллекторе температура должна быть определенной. Зависит она от типа топлива.

Если чугунные экономайзеры не могут быть кипящими, то стальные бывают двух типов. В кипящих устройствах вода на 20 % превращается в пар. Именно поэто-

му такие экономайзеры быстрее подвергаются коррозии. Скорость движения воды в трубах должна быть более 1 м/с.

В некипящем экономайзере пар выводится из системы из-за высокого давления, и это является главным отличием от кипящего устройства.

Работа экономайзера зависит от условий эксплуатации и вида оборудования. В газовых водогрейных котлах в роли экономайзера используется газоплотная топочная камера.

С каждым годом производители совершенствуют технические характеристики экономайзеров.

Список литературы

1. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики. – М.: Инфра-М, 2007.
2. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. – М.: R&C Dynamics, 2006.
3. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций. – М.: Энергоиздат, 1981. – С. 169–240 с.
4. Интернет ресурс: <https://students-library.com>.

УДК 631.3

М.А. Иванов, студент 461-й группы ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент И.Р. Владыкин
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Спектральный состав для исторического региона происхождения

Состав солнечного излучения во многом зависит от высоты нахождения солнца над горизонтом. Если солнце находится низко, то в его излучении преобладает красное и ИФК-излучение. При этом синее, фиолетовое и ультрафиолетовое излучения будут минимальны.

В родном регионе солнце достаточно продолжительно время находится под углом от 40 до 65 градусов, что дает большую концентрацию фиолетового, синего и зеленого спектра. Исторический регион происхождения салата характеризуется теплым климатом (в среднем на 10 градусов теплее чем в УР), что дает возможность собирать 2 и более урожаев за сезон. Природные условия УР предоставляют возможность собирать только 1 урожай за сезон, но этот фактор можно решить путем выращивания растений в защищенном грунте, поддерживая микроклимат Исторического центра. Солнце в Удмуртии находится низко (25–50 градусов), что дает преобладание красного спектра излучения и недостаточность концентрации фиолетового, синего и зеленого спектра. Данную проблему можно решить путем облучения растений специально подобранным спектром, создавая условия родного региона.

Целью работы является повышение эффективности выращивания салата в УР за счет использования наиболее эффективных облучательных установок

Данные анализа изменения составляющих спектра солнечного излучения при изменении угла были взяты из работы к. т. н. Большина Р.Г. [3].

Средняя продолжительность дня и угол высоты солнца для исторического центра и Удмуртии были взяты на сайте <http://planetcalc.ru/30>.

Доза определенного спектра рассчитывается как излучение (i) помноженное на время действия этого излучения (T):

$$C=i*T \quad (1)$$

Ввиду этого целесообразно было посчитать Спектральный состав для Исторического центра и для УР учитывая среднюю продолжительность дня в месяце. Результаты приведены на графиках 1 и 2.

Для проведения расчета светодиодной облучательной установки предполагается проведение эксперимента. В ходе проведения эксперимента будет использоваться светодиодный облучатель, а расчет проводить точечным методом, по следующим формулам?

1. Высота подвеса облучателя над растением, м:

$$h = \sqrt{\frac{I_0}{E_n}} \quad (2)$$

где E_n – облученность, I_0 – сила света непосредственно под облучателем.

2. Сила света непосредственно под облучателем, кд:

$$I_0 = \frac{I_0^{1000} \times \Phi_c}{1000} \quad (3)$$

где I_0^{1000} – сила света, Φ_c – световой поток.

3. Число облучателей:

$$N = n_a \times n_b \quad (4)$$

где n_a – число светильников в ряду; n_b – число рядов светильников.

4. Число облучателей в ряду:

$$n_a = \frac{a}{L_{opt}} \quad (5)$$

где a – длина помещения, L_{opt} – оптимальная длина свеса.

5. Число рядов облучателей:

$$n_b = \frac{b}{L_{opt}} \quad (6)$$

где b – ширина помещения, L_{opt} – оптимальная длина свеса.

6. Оптимальная длина свеса, м:

$$L_{\text{опт}} = \lambda_c \times h \quad (7)$$

λ_c – расстояние между светильниками, h – высота подвеса облучателей.

По предварительным расчетам предполагается использовать светильник АТОМСВЕТ ВЮ 100-9200-130.

График 1 –Спектральный состав для родного региона

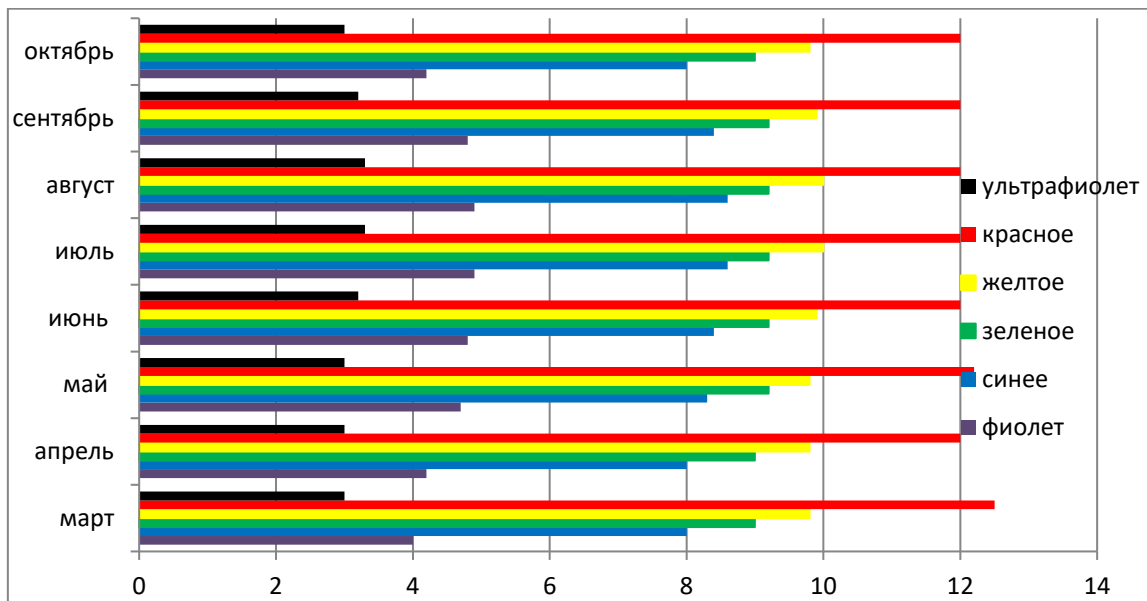
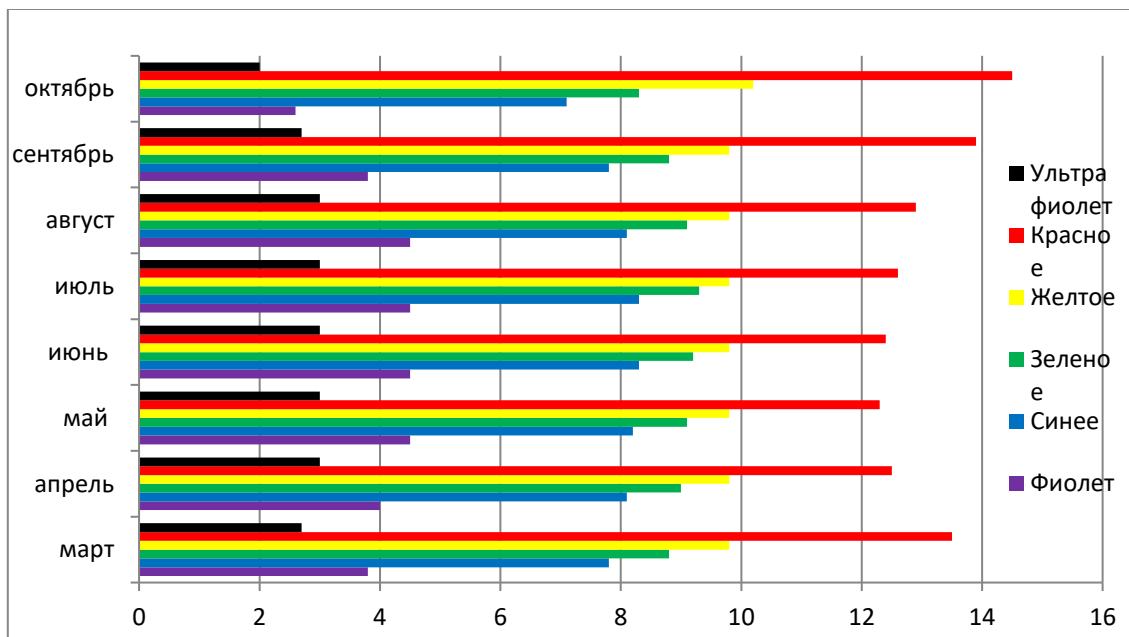


График 2 –Спектральный состав для УР



Заключение. Из полученных данных видно, что в родном регионе (для салата) преобладает красный, синий и зеленый вид излучения. Сравнивая графики 1 и 2, можно сказать, что УР и Исторический регион схожи только в зеленом и желтом спектрах

излучения, а для увеличения урожайности остальные спектры необходимо создавать искусственно, используя облучательные установки.

Список литературы

1. Planetcalc онлайн-калькулятор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://planetcalc.ru/300>.
2. Башилов А.М. Визуализация и наблюдение системной сложности точного земледелия. Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства / А.М. Башилов. – М.: Изд. ВИМ, 2005. – С. 207–213.
3. Большин Р.Г. Повышение эффективности облучения меристемных растений картофеля светодиодами фитостанциями: дисс. на соик. уч. ст. канд. техн. наук. – Москва, 2016. – 148 с.
4. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://growhobby.ru/svetokultura-kak-sposob-vyjavlenija-potencialnoj-produktivnosti-rastenij.html>.
5. Vladykin I. The thermo vision inspection of protective structures of greenhouses / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // Science, Technology and Higher Education: materials of the V International research and practice conference, Westwood, publishing office Accent Graphics communications. – Westwood – Canada, 2014. – P. 30–34.
6. Vladykin I. Mathematical model of temperature field in a greenhouse / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // Yale Review of Education and Science. – 2015. – No. 1. (16). – (January – June). – Volume VI. “Yale University Press”, 2015. – Connecticut, USA. – P. 157–164.
7. Vladykin I. Mathematical Model of Temperature Mode for Protected / N. Kondrateva, O. Kochurova // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2017, Volume II. “North Atlantic University Union Press”, 2017. – New York, USA. – P. 124–129.

УДК 631.344.8-52

И.В. Чирков, студент ФЭЭ

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент И.Р. Владыкин
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Автоматизация теплиц

Температура воздуха и влажность воздуха являются основными параметрами климата в теплицах. Температурные условия определяют работу отопительной системы и влияния солнечного излучения. Влажность парникового воздуха определяется интенсивностью испарения с поверхности почвы и испарением воды растений. Влажность воздуха зависит от температуры воздуха. При повышении температуры повышается абсолютная влажность воздуха (и наоборот).

Изменение внешних погодных условий вызывают различные отклонения параметров микроклимата защищенного грунта, как в течение всего рабочего времени, так и в течение дня.

Система контроля должна реагировать на эти отклонения, поддерживая оптимальные условия температуры и влажности в установках для соответствующих выращиваемых растений и меняя их в соответствии с фазами их развития.

Температура воздуха регулируется путем изменения теплопередачи отопительной системы и управления вентиляцией. Измерение температуры происходит в рабочей зоне в непосредственной близости от растений. Регулирование температуры не

только способствует созданию благоприятных условий для роста растений, но и снижает расходы на отопление защищенного грунта.

Содержание водяного пара в воздухе обычно оценивается его относительной влажностью. В теплицах относительная влажность регулируется вентиляцией и полива.

Для вентиляции теплиц регулярно открывают вентиляционные отверстия. Естественная вентиляция теплиц осуществляется через отверстия в крышах и боковых стенках, которые открываются от ручных, механических, электрических и других приводов. Теплицы могут иметь дымоходы, первой и конечной вентиляции. Принудительная вентиляция используется в основном в теплицах с калорифером.

Автоматическое регулирование температуры и влажности в теплице является одним из наиболее важных факторов для увеличения урожайности и снижения затрат на производство.

Автоматизация теплиц представляет собой комплекс технических и организационных мероприятий, направленных в первую очередь на снижение трудоемкости роста продукции, снижение энергозатрат и одновременно на улучшение качественных и количественных свойств растений.

Первые парниковые системы управления включали механическое управление регуляторами температуры и полива, а также переключатели для различных насосов, воздуходувов. С годами такие системы управления улучшились и со временем стали более технологичными. Более поздние версии системы состояли из нескольких независимых термостатов, регуляторов влажности и таймеров. Даже такая небольшая автоматизация позволила поднять овощеводство на новый уровень в условиях теплицы, улучшить качество овощей и немного облегчить работу.

Современные системы автоматизации теплиц представляют собой комплексные системы с разнообразным оборудованием, которые контролируют температуру воздуха и почвы, свет и влажность, а также управляют различными технологическими устройствами и процессами, необходимыми для качественного и эффективного производства.

Основные автоматизированные операции:

- приготовление питательных растворов;
- полив растений;
- регулировка температуры воздуха и почвы;
- проветривание (механизированный процесс)
- регулирование влажности;
- контроль освещения;
- поддержка микроклимата в соответствии с данной программы в режиме реального времени;
- Сбор данных о работе технологического оборудования.

Для реализации автоматического управления этими операциями необходима большая система для сбора и обработки первичной информации о состоянии автоматизированных объектов. Для этого система автоматизации дополняется рядом датчиков для измерения:

- температуры воздуха и почвы;
- влажности воздуха;
- освещения;

• давления и температуры в подающих и обратных трубопроводах систем полива и отопления.

Для эффективного контроля и управления производственным процессом, действиями рабочего персонала, можно организовать верхний уровень системы автоматизации с использованием автоматизированных рабочих мест для выполнения мониторинга и контроля, таких как:

- настройка рецептов и питательных параметров;
- установка времени начала полива и его продолжительности;
- установка необходимой температуры и влажности;
- доступ к информации с камер видеонаблюдения.

При необходимости можно организовать удаленный доступ к функциям мониторинга и управления системой на периодических отчетных документах. В любой точке мира, через глобальную сеть, у вас есть возможность контролировать ситуацию на объектах автоматизации. Появление аварийных ситуаций, решаемых системой автоматизации, может сопровождаться сообщениями по электронной почте и/или SMS на предназначенные номера.

Современные системы автоматизации теплиц предназначены в основном для промышленных масштабов, а поскольку для отдельных частных хозяйств современная промышленность производит только отдельные компоненты, с помощью которых невозможно создать полноценную систему управления.

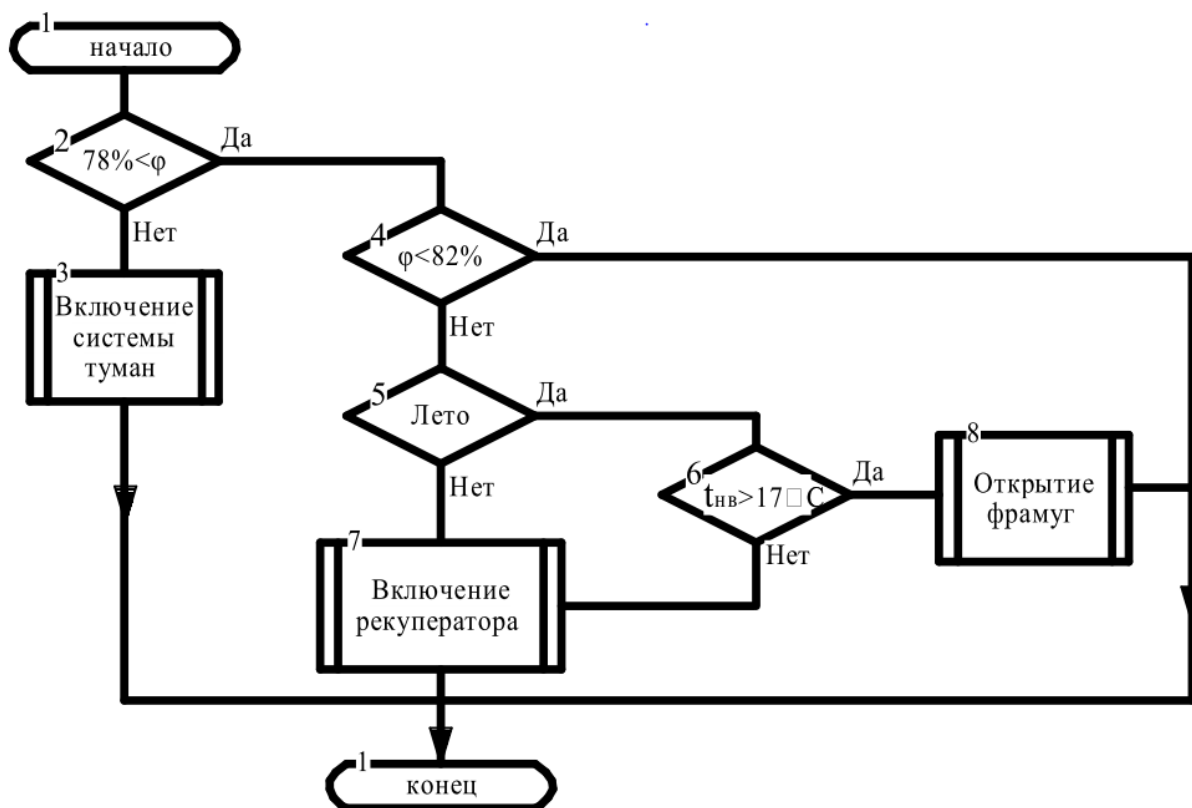


Рисунок 1 – Алгоритм работы системы управления температурно-влажностным режимом

Список литературы

1. Владыкин И.Р. Математическая модель температурного поля в теплице / И.Р. Владыкин, В.В. Логинов, Н.П. Кондратьева, Р.Г. Большин // Инновации в сельском хозяйстве / ФГБНУ ВИЭСХ. – Москва: ВИЭСХ, 2015. – № 5(15). – С. 165–169.

2. Vladykin I. The thermo vision inspection of protective structures of greenhouses / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // Science, Technology and Higher Education: materials of the V International research and practice conference, Westwood, publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada, 2014. – P. 30–34.

3. Vladykin I. Mathematical model of temperature field in a greenhouse / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // Yale Review of Education and Science, 2015, No. 1. (16), (January-June). – Volume VI. “Yale University Press”, 2015. – Connecticut, USA. – P. 157–164.

4. Vladykin I. Mathematical Model of Temperature Mode for Protected Ground / N. Kondrateva, O. Kochurova // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2017, Volume II. “North Atlantic University UnionPress”, 2017. – New York, USA. – P. 124–129.

СОДЕРЖАНИЕ

О ВРЕМЕНИ И О СЕБЕ	3
Д.А. Захаров. Автоматические выключатели с микропроцессорными расцепителями: особенности работы и методика испытания	8
М.А. Каркин. Система АСКУЭ. Что это такое и принцип ее работы	12
Э.Э. Тимиргалиев. Совершенствование испытательной установки «Нептун» для проверки электромагнитных реле.....	13
М.Л. Шавкунов. Анализ способов обеззараживания воздуха в сельскохозяйственных помещениях.....	19
В.Д. Мымрин. Компенсация реактивной мощности.....	21
Е.Ю. Макарова. Техничко-экономические модели распределительных электрических сетей.....	24
К.С. Ломова, О.Н. Хомякова, И.А. Кудрявцева. Беспроводная передача электрической энергии с помощью СВЧ-сигнала	27
Д.А. Русских. Проблемы реализации создания микроклимата при помощи введения искусственного интеллекта	31
М.А. Захаров, И.Ю. Брагин. Методы снижения потерь в силовых трансформаторах.....	33
А.В. Семакин, А.В. Иванов. Повышение эффективности работы отопительной котельной предприятия.....	36
Л.А. Камашева. Комплексный характер мероприятий по энергосбережению на предприятии	39
Г.И. Михайлова. Анализ состава примесей питательной воды для энергетических установок	42
А.А. Пономарев. Анализ причин низкой надежности городских тепловых сетей.....	44
Д.А. Сычугов. Робототехника в сельском хозяйстве	47
А.В. Иванов, А.В. Семакин, Н.В. Микрюкова. Автоматизация узлов учета тепловой энергии.....	49
С.А. Галичанин, А.С. Булдаков. Экономия электроэнергии в электроприводе	52
Ю.А. Бизимова. Модернизация системы вентиляции в птичнике	54
А.М. Чирков. Выбор оптимальной конфигурации ВЛ 0,38 кВ для новой застройки села Кушья Игринского района Удмуртской Республики	58
М.А. Иванов. Выращивание растений в условиях исторического центра происхождения	61
С.В. Степанов, Т.О. Бегешева. Исследование технических средств, снижающих энергозатраты при реализации технологии переменного оптического облучения рассады в теплицах	65
В.А. Пестов. Использование тепловых трубок в системах охлаждения конденсата	68

О.В. Карпова. Повышение эффективности солнечных коллекторов с вакуумированными стеклопакетами в здании гостиницы	70
Д.А. Сычугов. Техническое зрение в сельском хозяйстве	75
М.Н. Ильин. Инфракрасные обогреватели для обогрева ульев.....	78
М.Н. Ильин. Солнечные панели и их использование в сельском хозяйстве.....	80
К.В. Щепетильников. Использование микропроцессорных устройств в релейной защите электрических сетей.....	82
Д.В. Емельянов. Способы мытья молочных танков	87
А.М. Чередникова. Преимущество и использование двухтрансформаторных подстанций киоскового типа.....	90
А.А. Нохрина, О.Н. Хомякова, К.С. Ломова, И.А. Кудрявцева. Пути решения проблем охранной зоны линий электропередач	91
И.В. Луценко. Утилизация тепла уходящих дымовых газов котельных	95
М.А. Иванов. Спектральный состав для исторического региона происхождения	98
И.В. Чирков. Автоматизация теплиц	101

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ СТУДЕНТОВ
ФАКУЛЬТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ФГБОУ ВО ИЖЕВСКАЯ ГСХА,

посвященные 80-летию кандидата технических наук, доцента,
почетного работника высшего профессионального образования
Российской Федерации
Виталия Александровича Носкова

Научный редактор П. Л. Лекомцев

Компьютерная вёрстка А. И. Трегубова

Электронное издание
Гарнитура Times New Roman
Уч.-изд. л. 7,4
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11