

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭНЕРГЕТИКИ АПК
Материалы IX международной
научно-практической
конференции

Саратов 2018 г

УДК 338.436.33:620.9

ББК 31:65.32

A42

A42 **Актуальные проблемы энергетики АПК:** материалы IX международной научно-практической конференции/Под общ. ред. *Трушкина В.А.* – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2018. – 255 с.

ISBN 978-5-906689-80-1

УДК 338.436.33:620.9

ББК 31:65.32

Редакционная коллегия:

Трушкин В.А., к.т.н., доцент Саратовского государственного аграрного университета;
Ерошенко Г.П., д.т.н., профессор Саратовского государственного аграрного университета;
Каргин В.А., к.т.н., доцент Саратовского государственного аграрного университета;
Артюхов И.И., д.т.н., профессор Саратовского государственного технического университета;
Степанов С.Ф., д.т.н., профессор Саратовского государственного технического университета;
Оськин С.В., д.т.н., профессор Кубанского государственного аграрного университета;
Шерьязов С.К., д.т.н., профессор Южно-Уральского государственного аграрного университета;
Садькова Л.А., д.т.н., профессор Западно-Казахстанского агро-технического университета;
Муравьева М.В., к.э.н., доцент доцент Саратовского государственного аграрного университета

ISBN 978-5-906689-80-1

© ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2018

Р.С. Аипов, Д.Е. Валишин, Е.И. Мухортова

ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет,
г. Уфа

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКВАЖИННЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ И ПЛУНЖЕРНЫХ С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Вода имеет важное значение для любого животноводческого и птицеводческого предприятия. Поэтому обеспечение животных и птицы питьевой водой – одно из основных условий их успешного развития.

На сегодняшний день в Российской Федерации водоснабжение из подземных источников составляет более 80 % [1]. Наибольшее распространение получили центробежные насосы. Они имеют простой электропривод, создают большой напор при заданной производительности и габаритах насоса. Однако, центробежный насос имеет низкое КПД который подвержен уменьшению в зависимости от напора [2].

Эти недостатки можно устранить применением скважинного плунжерного насоса с приводом на базе цилиндрического линейного асинхронного двигателя (ЦЛАД) с упругими накопителями механической энергии [3]. ЦЛАД позволяет получить непосредственно поступательное движение, исключив, промежуточный преобразовательный механизм между насосом и двигателем. Кроме того, ЦЛАД обладает конструктивной простотой, технологичностью изготовления, дешевизной [4,5,6]. Для уменьшения пусковых токов и улучшения энергетических и переходных характеристик двигателя предлагается периодически отключать от источника трехфазного питания фазу ЦЛАД, а две оставшиеся фазы оставлять включенными [7,8].

Характеристики насосов наглядно показывают эффективность их работы в различных режимах и позволяют точно подобрать наиболее экономичный насос для заданных условий работы.

В ходе исследования для проверки работы электропривода с различными нагрузками были получены рабочие характеристики скважинного плунжерного насоса с приводом на базе ЦЛАД при различных диаметрах плунжера (рисунок 1) и некоторые характеристики наиболее распространённых центробежных скважинных насосов серии ЭЦВ с развиваемым напором 50... 220 м и диапазоном производительности 0,5...4 м³/ч.

Анализ полученных характеристик показывает, что скважинный плунжерный насос позволяет добиться высокого давления с сохранением производительности при изменении нагрузки. Так же

установлено, что насосы мощностью до 2 кВт и производительностью от 0,5 до 2 м³/ч могут обеспечить напор только до 100 м, а скважинный плунжерный насос с приводом от ЦЛАД мощностью 1,8 кВт обеспечивает напор не менее 200 м, производительность при этом составляет от 0,3 до 1,0 м³/ч.

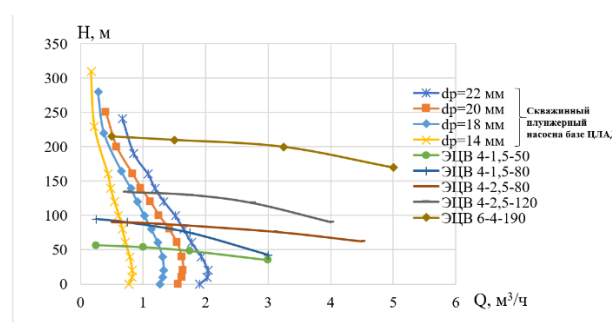


Рисунок 1 Рабочие характеристики скважинного плунжерного насоса и центробежных скважинных насосов: H – напор, Q – производительность

В соответствии с ГОСТ 31532-2012 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения» [9] в качестве показателя экономичности энергопотребления для насосов выбирают КПД, т.е. отношение полезной мощности насоса к мощности на приводном валу.

На рисунке 2 представлены результаты исследования КПД. Выявлено, что максимальный КПД скважинного плунжерного насоса с приводом на базе ЦЛАД составляет 0,37. КПД скважинного плунжерного насоса с приводом на базе ЦЛАД имеет более высокие значения в широких пределах, чем КПД насосов центробежного действия.

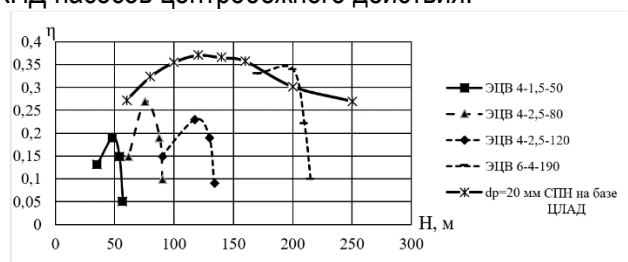


Рисунок 2. КПД различных насосов в зависимости от напора

В качестве показателя экономичности энергопотребления различными насосами рассчитано количество активной электроэнергии, затрачиваемое на 1 м³ выкачиваемой жидкости (кВт·ч/м³) (рисунок 3).

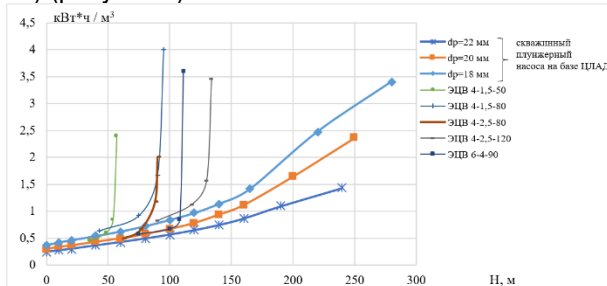


Рисунок 3 Эффективность работы, затраты электроэнергии на подъем 1 м³ воды различными насосами

Анализ полученных результатов показывает, что в широком диапазоне изменения напора наименьшие затраты электроэнергии на подъем 1 м³ воды имеет скважинный плунжерный насос с приводом на базе ЦЛАД. При подъеме воды из скважин глубиной более 100 м эффективнее применять скважинный плунжерный насос с приводом на базе ЦЛАД.

ИСТОЧНИКИ

1. Вода в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / ООО РОСАО. - Режим доступа: <http://rosao.ru/information/articles/204/> - 10.04.2018 г.2. Гейер В.Г. Гидравлика и гидропривод [Текст] / В.Г. Гейер, В.С. Дулин, А.Н. Заря: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1991. – 331 с.
3. Аипов Р.С. Линейные электрические машины и приводы на их основе [Текст] / Р.С. Аипов. – Уфа: БГАУ, 2003. – 201 с.
4. Аипов Р.С. Исследование привода скважинного плунжерного насоса на базе ЦЛАД с неполнофазным режимом

работы [Текст] / Р.С. Аипов, Д.Е. Валишин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. -2017. -№3 (43). - С.43-49.

5. Патент № 2578746, Российская Федерация, МПК F04B47/06 Насосная установка [Текст] / Р.С. Аипов, Д.С. Леонтьев, Д.Е. Валишин (RU). – № 2015106455/06; заявл. 25.02.2015; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9. – 7 с.

6. Патент №2370671, Российская Федерация, МПК F04B 47/06/ Насосная установка [Текст] / Р.С. Аипов, В.Ф. Гильванов, Д.С. Леонтьев, А.В. Линенко (RU). – №2008130485/06; заявл. 22.07.2008; опубл. 20.10.2009, Бюл. №29. – 4 с.

7. Валишин Д.Е. Несимметричные режимы работы цилиндрического линейного асинхронного двигателя в приводе плунжерного насоса [Текст] / Д.Е. Валишин // Аграрная наука в инновационном развитии АПК : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Часть III. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2015. – 252 с.

8. Аипов Р.С. Исследование привода скважинного плунжерного насоса на базе ЦЛАД с неполнофазным режимом работы [Текст] / Р.С. Аипов, Д.Е. Валишин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. -2017. -№3 (43). - С.43-49.

9. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения [Текст] : ГОСТ 31532-2012. – Введ. 2015-01-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 8 с.

Сведения об авторах

1. **Аипов Рустам Сагитович**, доктор технических наук, профессор кафедры электрических машин и электрооборудования ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, г.Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: aipovrs@mail.ru

2. **Валишин Денис Евгеньевич**, старший преподаватель кафедры электрических машин и электрооборудования ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, г.Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: denis.w@mail.ru

3. **Мухортова Елена Ивановна**, кандидат технических наук, доцент кафедры электрических машин и электрооборудования ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г.Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: elena.muhortova1@mail.ru

УДК 621.313.3

Н.А. Артемов, Д.А. Дебелый, С.А. Иванов, С.А. Лаврентьев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ КОРМОВ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Аннотация. Рассмотрены основные рабочие органы процесса брикетирования кормов, привод с асинхронным двигателем и преобразователем частоты, лабораторный стенд-макет шнекового пресса.

Ключевые слова: корм, пресс, двигатель, преобразователь частоты.

Сам процесс брикетирования представляет собой переработку продукта в куски геометрически правильной и однообразной в каждом случае формы – брикеты, сформированные в цилиндрическую, диаметром до 65 мм, или другую форму с наибольшими размерами 80 мм, плотностью 500...900 кг/куб.м. Плотность брикетов, предназначенных для последующей переработки или складываемых на хранение сроком свыше двух

месяцев, в соответствии с ГОСТ 23513-79, должна быть в пределах 700...1200 кг/куб.м [1-5]. При небольшом давлении происходит внешнее уплотнение материала за счёт пустот между частицами. Затем уплотняются и деформируются сами частицы; между ними возникает молекулярное сцепление. Высокое давление в конце прессования приводит к переходу упругих деформаций частиц в

пластические, вследствие чего структура брикета упрочняется и сохраняется заданная форма

Основной узел брикетного пресса – прессующий рабочий орган, предназначенный для непосредственного сжатия корма с целью получения брикетов. Рабочие органы для брикетирования кормов можно разделить на четыре группы: вальцовые, шнековые, штемпельные (плунжерные) и матричные.

Вальцовые рабочие органы работают по принципу прокатки. Пара вращающихся один навстречу другому цилиндрических вальцов, которые захватывают материал и уплотняют его между собой между собой в бесконечную ленту (см. рис.1, а). При использовании многоступенчатого процесса - уплотнение происходит несколькими парами вальцов, усложняя конструкция.

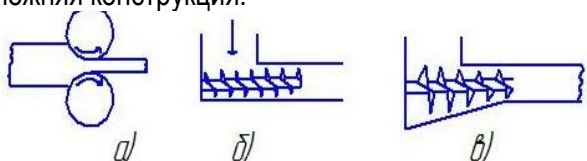


Рисунок 1. Рабочие органы для брикетирования кормов: а — вальцовые; б — шнековые цилиндрические; в — шнековые конические.

Шнековые рабочие органы осуществляют брикетирование цилиндрическим (см. рис.1,б) или коническим (см. рис.1, в) шнеком в открытой прессовальной камере. Шнеки выполняются с постоянным или переменным шагом. Несмотря на простоту конструкции, их недостатком является большая энергоёмкость процесса и низкая

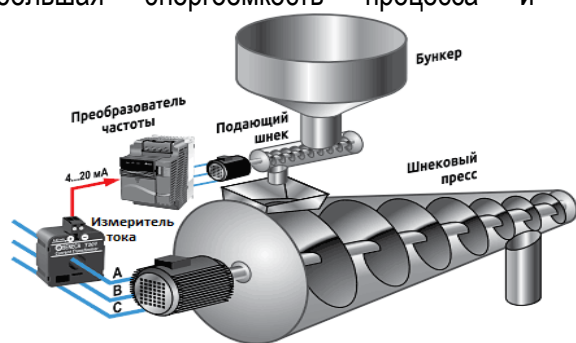


Рисунок 2. Конструкция шнекового пресса

Приведенные экспериментальные исследования на лабораторном макете (рис.3) позволяют более детально изучить рабочий процесс шнекового пресса.

ИСТОЧНИКИ

1. Моисеев А.П. Применение линейных электромагнитных приводов в шайбовых кормораздаточных транспортерах: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Моисеев А.П. – Саратов, ФГБОУ ВПО СГАУ им. Вавилова Н.И., 2011. – 26 с.
2. Усанов К.М., Моисеев А.П. Электромагнитные машины с осевым каналом в процессах и технологиях АПК / Механизация и электрификация сельского хозяйства, №5, 2008. – С. 31-33.

производительность. В таких процессах 85 % энергии затрачивается на преодоление трения прессуемого материала о поверхность шнека и стенки корпуса, за счёт этого происходит их интенсивный износ и нагрев корма до высокой температуры.

Для рабочих органов, представленных выше, в качестве передачи движения целесообразнее применять привод с асинхронным двигателем, по скольку вид движения АД и рабочего органа совпадают [6,7, 11,13]. Т.к. нагрузка на основной рабочий орган (шнековый пресс) не постоянна, что приводит к снижению энергетических характеристик асинхронного двигателя, то для его управления необходимо применять устройство для контроля объема подачи сырья на шнековый пресс [8,9,12]. В качестве такого устройства возможно применение преобразователя частоты (ПЧ).

В частности, рассмотрен ПЧ ELHART EMD-MINI - 015S, который позволяет выполнять: точное поддержание момента в области низких частот при запуске пресса, скалярный режим управления и автотестирования двигателя, плавный разгон и остановку [3,4,11,13]. В данном случае применяется для управления электродвигателями установки, состоящая из бункера, подающего шнека, шнекового пресса (рис.2).

Применение преобразователя частоты позволяет выполнять: контроль объема подачи сырья с помощью сигнала обратной связи, который представляет собой значение тока протекающего по токовой петле. В случае перегрузки шнекового пресса уменьшается частота вращения подающего шнека.

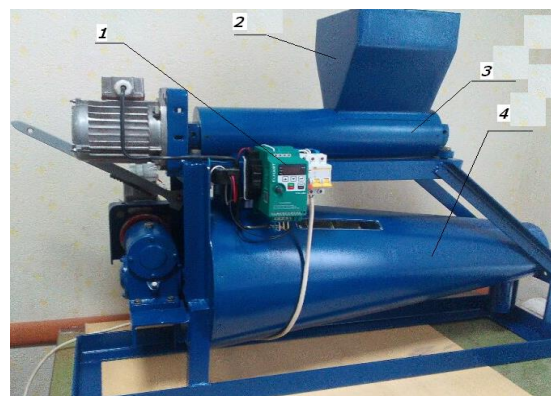


Рисунок 3. Лабораторный стенд-макет шнекового пресса. 1- частотный преобразователь ПЧ ELHART EMD-MINI - 015S, 2-бункер, 3-подающий шнек, 4-шнековый пресс

3. Каргин В.А. Совершенствование технологии погружения продольно-неустойчивых стержневых элементов на объектах АПК использованием переносного импульсного электромагнитного привода. / автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов 2007.

4. Усанов К.М., Моисеев А.П., Каргин В.А. Четвериков Е.А. Экспериментальная оценка силовых показателей электропривода тросошайбового транспортера с линейным электромагнитным двигателем. – Аграрный научный журнал, № 6, 2015. – С. 69-72.
5. Усанов К.М., Каргин В.А., Моисеев А.П. Оценка тепловых процессов в линейных электромагнитных двигателях с

искусственным охлаждением. – Аграрный научный журнал, № 6, 2014. – С. 60-63.

6. Патент на изобретение. Реверсивный линейный электромагнитный двигатель с осевым каналом / Усанов К.М., Моисеев А.П., Каргин В.А., Волгин А.В. / RU2440661, МПК H02K 41/03. Опубл. 20.01.2012 Бюл. № 2.

7. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова // Известия Международной академии аграрного образования, № 37, 2017. – С.15-18.

8. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-82.

9. Каргин, В.А. Электрический преобразователь с автоподстройкой выходного усилия электромагнитного формователя колбасных изделий / В.А. Каргин, А.В. Волгин, А.П.,

Моисеев, О.В. Логачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, №2 (160), 2018. – С.176-180.

10. Усанов, К.М. Проектирование электроустановок [Текст]: учебное пособие / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина. – Саратов: Амирит, 2017. – 123 с.

11. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.

12. Усанов, К.М. Импульсный электромагнитный привод тросошайбового кормораздатчика / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве, 2011. № 3. – С.14-16.

13. Моисеев, А.П. Совершенствование электрического преобразователя электромагнитного привода кормораздаточного транспортера / А.П. Моисеев, А.В. Волгин, В.А. Каргин // Известия Международной академии аграрного образования, 2016. № 31. – С.41-43.

УДК 631.3

Б.Д. Асанов, В.А. Каргин, А.В. Волгин

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ КОНТРОЛЛЕРОВ ПРИВодОВ С ЛЭМД

Аннотация. В настоящей работе приведены анализ и обобщения практических результатов тестирования микроконтроллеров и средств программирования на предприятиях, где выполняется полный цикл производства электронных компонентов, постоянно ведутся работы по созданию и организации серийного выпуска новых, более совершенных аналого-цифровых микросхем, микроконвертеров, микроконтроллеров и др.

Ключевые слова: микроконтроллеры, управляющие контроллеры, линейные электромагнитные двигатели, автоматизация технологических процессов, аналого-цифровые преобразователи.

В условиях обостряющихся противоречий разработка отечественной конкурентной техники и технологий невозможна без развития, в том числе, электрических приводов с цифровыми интеллектуальными управляющими устройствами, построенными с использованием собственных электронных компонентов [1-4]. Несмотря на возникающие здесь объективные и субъективные трудности, в настоящий момент в открытом сегменте рынка разработчиками предлагаются к использованию вполне современные отечественные микроконтроллеры, аналоговые и цифровые микросхемы, свободное программное обеспечение для проектирования и программирования, позволяющие создавать промышленные контроллеры, сопутствующие блоки расширения (модули ввода, вывода, питания, коммуникации и др.), необходимые для достижения этой цели [5-7]. В настоящей публикации приводятся краткие оценки свойств, достоинства и недостатки некоторых микросхем и электронных компонентов, выявленные специалистами-разработчиками цифровых систем по результатам их практического применения и экспериментального изучения готовых изделий [8-10].

В этой связи являются важными и представляют интерес для анализа и обобщения практические

результаты тестирования микроконтроллеров и средств программирования предприятий, где выполняется полный цикл производства электронных компонентов, постоянно ведутся работы по созданию и организации серийного выпуска новых, более совершенных аналого-цифровых микросхем, микроконвертеров, микроконтроллеров и др.

Например, для построения модулей расширения, в частности, модулей ввода-вывода сигналов, обеспечивающих возможность быстрого обмена данными через последовательный канал передачи данных, имеют перспективу микроконтроллеры отечественного производства серии 1882BE. Они имеют стандартную архитектуру 8051, выступают воспроизведенным аналогом импортируемых микросхем AT89S8000 по электрическим характеристикам, конструктивно выполнены в металлокерамическом корпусе H16.48-2В и работают в широком диапазоне температур [8-10].

Микроконтроллер содержит Flash ПЗУ, ЭСППЗУ, ОЗУ, указатели данных, программируемые линии ввода-вывода, 16-разрядные таймеры/счетчики событий, универсальный асинхронный приемопередатчик (UART), программируемый сторожевой таймер, контроллер прерываний с выделенными уровнями приоритетов и внутренний тактовый генератор [8-10].

Содержимое Flash-памяти программ обеспечено защитой от ошибочных действий или несанкционированной записи/считывания. Заявленные значения тактовой частоты микроконтроллера и времени выполнения простой команды обеспечивают решение абсолютного большинства практических задач. Разрабатываемые на языке Си программы микроконтроллера компилируются в исполняемый код свободно распространяемым Си-компилятором SDCC, который работает в операционных системах Windows, Linux и др.

Функционально близкими представляются ещё микроконтроллеры 1882BM5 и 1882BM1, а также K1878B, позволяющие использовать распространяемые открыто программаторы и адаптеры внутрисхемного программирования. В частности, контроллер K1878B имеет приемлемый объем памяти для 16-разрядных, выполняемых каждая за два такта, команд, содержит набор свободных дискретных выводов с приемлемой нагрузочной способностью, встроенный тактовый генератор; в качестве аппаратного расширения добавлен 16-разрядный таймер. Следует отметить отсутствие здесь средств внутрисхемной отладки, последовательных портов, АЦП, ЦАП, фиксацию выбора тактового генератора при программировании, что вызывает последующие неудобства [8-10].

В документации на микросхему имеются неточности и несоответствия, которые заставляют потребителей-разработчиков, в отдельных случаях, экспериментально определять логику работы микросхемы, назначение конфигурационных битов и др. Программный код, средства программирования и компиляции нуждаются в модернизации.

Микроконтроллер 1882BM5 выглядит более современным и содержит Flash ПЗУ, ЭСППЗУ, ОЗУ, указатели данных, программируемые линии ввода-вывода, 16-разрядные таймеры/счетчики событий, универсальный асинхронный приемопередатчик (UART), программируемый сторожевой таймер, контроллер прерываний с четырьмя уровнями приоритетов и встроенный тактовый генератор. Содержимое Flash памяти программ может обеспечиваться защитой от несанкционированной записи/считывания. Заявленная тактовая частота микроконтроллера составляет 24 МГц [8-10].

Из всех представленных, микроконтроллер 1882BM1 выступает наиболее современным, разработка которого, согласно публикациям, завершена в ближайшей ретроспективе. По основным характеристикам он близок к микроконтроллеру 1882BM5, но оснащен 32 кБ памятью программ, имеет много различных, реализованных аппаратно периферийных модулей для обмена данными, однако очень желательные в функциональной структуре микросхемы АЦП и ЦАП здесь также отсутствуют. Кроме того, на существующем этапе для этой

микросхемы требуется разработка (совершенствование) собственных средств программирования (программаторов). Имеются сведения, что в настоящее время работа в этом направлении проводится [9].

В рабочей документации приведены подтвержденные характеристики микросхемы. Для разработки программ в экспериментах был опробован свободно распространяемый компилятор SDCC. Генерируемый им код оказался работоспособным и для отечественной микросхемы. Это позволяет использовать для разработки программ язык высокого уровня Си. Микроконтроллер в изделиях продемонстрировал стабильную работу [10].

Основные недостатки, выявленные по результатам создания и тестирования готовых изделий с использованием перечисленных микросхем определяются недостаточным быстродействием; отсутствием в их структуре АЦП и ЦАП; низкой нагрузочной способностью портов, не превосходящей нескольких мА; высоким соотношением цена/качество в сравнении с зарубежными микросхемами-прототипами и др.

Таким образом, экспериментальное изучение, тестирование создаваемых образцов управляющих устройств с использованием перечисленных микроконтроллеров показало, что они в настоящее время в большинстве случаев пока уступают аналогичным зарубежным изделиям по различным причинам и требуют последовательного и неуклонного совершенствования. Представляется, что в настоящее время целесообразно использовать эти изделия в технических устройствах, не требовательных критически к быстродействию, в частности, в системах сбора данных, терморегуляторах и др.

ИСТОЧНИКИ

1. Усанов, К.М. Импульсный электромагнитный привод тросошайбового кормораздатчика / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве, 2011, №3. – С.14-16.
2. Усанов, К.М. Интенсификация охлаждения импульсных машин с линейными электромагнитными двигателями / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.С. Козлов // Техника в сельском хозяйстве, 2013, №1. – С.16-17.
3. Каргин, В.А. Методы расчета тепловых и гидравлических процессов в ЛЭМД импульсных машин / В.А. Каргин, А.М. Марадудин, Д.П. Щербаков // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VI Международной научно-практической конференции, 2015. – С.75-78.
4. Левин М.А. Влияние коэффициента нагрузки на надежность электродвигателей насосных станций / М.А. Левин, Ю.В. Иванкина, О.Н. Чурляева // Научное обозрение, № 8, Москва, 2015. – С. 111-113.
5. Усанов, К.М. Оценка эффективности энергопреобразований в электромагнитной ударной машине с упругим возвратным элементом / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Волгин // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2008. № 3. – С.86-87.
6. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова / Известия Международной академии аграрного образования, 2017. № 37. – С.15-18.

7. Каргин, В.А. Электрический преобразователь с автоподстройкой выходного усилия электромагнитного формователя колбасных изделий / В.А. Каргин, А.В. Волгин, А.П. Моисеев, О.В. Логачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. №2 (160). – С.176-180.

8. <http://www.npofizika.ru/microcircuits/1582-0237.htm>.

9. http://www.module.ru/ruproducts/mil_std/k1895va1t.shtml.

10. http://www.integral.by/download/2938/5559_IN67_68T.pdf

УДК 62-67

Е.О.Афонина

Самарский государственный технический университет, г. Самара

МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ БИОГАЗА ПЕРЕД ЕГО ПОДМЕШИВАНИЕМ В СЕТЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Аннотация: в статье описываются основные недостатки использования сырого биогаза и приводится краткое описание трёх методов его очистки.

Ключевые слова: биогаз, абсорбционный метод, адсорбционный метод, очистка, криогенный способ, мембранный способ, установка.

Основным недостатком использования сырого биогаза в энергогенерирующих установках является его низкая теплотворная способность по сравнению с природным газом. Кроме того, территория использования биогаза для выработки энергии ограничивается местом его производства. Очистка биогаза и его подвод в сети природного газа являются следующим шагом в использовании биоэнергии, призванным устранить названные ранее недостатки. На сегодняшний день применяются следующие способы подготовки биогаза: абсорбционный, адсорбционный, криогенный и мембранный.

Схема установки применяющей абсорбционный метод очистки биогаза представляет собой два смесительных аппарата соединенных между собой двумя каналами, предназначенными для циркуляции абсорбирующей жидкости. В одном из аппаратов – скруббере – сырой биогаз взаимодействует с абсорбентом. Абсорбент поглощает некоторые загрязнения биогаза и поступает во второй аппарат – регенератор. В регенераторе происходит очистка абсорбента, от загрязнений, воздухом.

Процесс очистки биогаза адсорбционным методом проходит по следующей схеме: биогаз поступает в компрессор, далее газ подогревают до определенной температуры. Для того чтобы подать биогаз в адсорбер, его очищают от сероводорода и других серосодержащих элементов. Адсорбент состоит из двух слоев: первый - это слой цеолита предназначенного для поглощения водяных паров, второй - углеродное молекулярное сито предназначено для адсорбции диоксида углерода. Минус данной схемы в том, что для регенерации адсорбента необходим очищенный газ, что приводит к увеличению затрат на собственные нужды.

Схема установки криогенным способом состоит из нескольких соединенных между собой аппаратов. В первом аппарате происходит одновременно сушка и обессеривание биогаза. Затем газ сжимается в

компрессоре и подается в регенеративный теплообменник, где охлаждается фреоном ниже точки россы. Далее сухой газ поступает в барьерный фильтр, где происходит удаление большинства загрязнений. После фильтра газ поступает в теплообменник типа «газ-фреон», где происходит ожижение углекислого газа первой ступени. После этого охлажденный и очищенный биогаз поступает в экономайзер, где подогревается за счет вновь поступившего биогаза. Далее биогаз возвращается в агрегат для осушки и удаления серы, где вновь подогревается сырым биогазом. Таким образом, после замыкания контура вновь поступивший биогаз подогревается уже очищенным биогазом, а не водой. Данный способ очистки, по сравнению с остальными, обеспечивает наиболее большой перечень удаляемых загрязнений из биогаза. Из минусов данной технологии высокие затраты электроэнергии.

Мембранный способ является относительно новым способом очистки. Схема такой установки: сама мембрана представляет собой полимерное волокно толщиной не более 0.1 мкм с полостью внутри через которую проходит биогаз. Внутренняя часть мембраны является стороной высокого давления, наружная – низкого. Различие парциальных давлений каждого газообразного компонента внутри мембраны и снаружи способствует проникновению компонентов через стенку мембранного волокна. Основным преимуществом данного метода является компактность установки и непрерывность технологии, кроме того нет необходимости применять химические средства и затрачивать энергию на регенерацию. Из недостатков технологии является возможность повреждения мембраны частичками воды и как следствие необходимость предварительной очистки.

ИСТОЧНИКИ

1. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России /Коллектив авторов. - СПб.: Наука, 2002. 314с.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА

Аннотация: В статье ставится задача рассмотреть решения проблемы обеспечения электроэнергией населения, путем выбора мощности ветроустановки. Также рассматриваются характеристики ветра, ветроэнергетической установки.

Ключевые слова: Энергия ветра, ветроэнергетическая установка, скорость ветра, турбулентность.

В наше время быт человека во многом зависит от обеспечения электроэнергией населения. Однако из-за большой площади России и наличие регионов находящиеся в труднодоступных местах осложняет процесс электрификации территории страны. Даже сейчас остаются населённые пункты, которые не имеют устойчивого электроснабжения, так как нерентабельно тратить деньги на развитие малонаселённых пунктов: прокладывать линии электропередач, строить новые электростанции и т. д.

Ветроэнергетика же является наиболее результативным средством для энергообеспечения малого потребителя, для быта. Местное расположение установки, легкость монтажа конструкции и использования являются явными предпочтительно относительно традиционных источников энергии.

Ветровая энергия – это неисчерпаемый источник энергии, являющийся вторичным по отношению к солнечной энергии. Причиной происхождения ветра являются разности температур в разных слоях атмосферы, образующиеся в результате действия солнечного излучения, которые, в свою очередь, обуславливают образование различных давлений. Ветер появляется в процессе рассеяния энергии, накопившейся по причине наличия этих различных давлений.

Ветер – это движение воздуха относительно земной поверхности, обусловленное разностью атмосферного давления и направленное от высокого давления к низкому. Причиной неравномерного распределения давления атмосферы является разный нагрев воздуха в разных слоях атмосферы. Ветер характеризуется скоростью (v_B) и направлением. Скорость выражается в м/с, км/ч или в баллах.

Ветроэнергетика – это отрасль энергетики, связанная с разработкой методов и средств, применяется для преобразовании кинетической энергии воздушных масс в механическую, тепловую или электрическую энергию. Важной исключительностью энергии ветра, как и солнечной, является то, что она может быть использована практически везде.

Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) это комплекс устройств оборудования, предназначенный для преобразования энергии ветра в другие виды: электрическую, механическую или тепловую.

В состав ВЭУ входит ветродвигатель, электрогенератор, аккумулирующие устройства, система защиты, системы автоматического управления и регулирования и др.

Ветродвигатель - устройство, преобразующее энергию ветра в энергию вращательного движения.

Ветер всегда располагает турбулентностью. Таким образом, что отдельные количества воздуха в потоке ветра передвигаются не по параллельным путям. В воздухе возникают многочисленные скачкообразные движущиеся вихри и струи разных размеров. Некоторые количества воздуха, уносимые этими вихрями и струями, так называемые элементы турбулентности, движутся во все стороны, в том числе и перпендикулярно к общему или среднему направлению ветра и даже противоположно ему.

Турбулентность с превышением термических причин при конкретных условиях преобразуется в упорядоченную конвекцию. Взамен мелких беспорядочного движущихся турбулентных вихрей, в ней начинают превосходить мощные восходящие движения воздуха типа струй или токов с высокими скоростями, иногда выше 20 м/сек. Такого рода мощные превосходящие токи воздуха называют термиками. Одновременно с ними встречаются и нисходящие движения, менее интенсивные, но овладевающие большие площади.

Все же не вся энергия воздушного потока может быть применена даже с помощью совершенного устройства. В теории коэффициент полезного использования (КПИ) энергии воздушного потока может быть равен 59,3%. На действительности максимальный КПИ энергии ветра в реальном ветроагрегате равен приблизительно 50%, тем не менее и этот показатель достигается не при всех скоростях, а только при приемлемой скорости, рассчитанным проектом. Помимо этого, часть энергии воздушного потока теряется при преобразовании механической энергии в электрическую, которое осуществляется с КПД обычно 75-95%.

Учитывая все эти факторы, удельная электрическая мощность, выдаваемая реальным ветроэнергетическим агрегатом, видимо, составляет 30-40% мощности воздушного потока при условии, что этот агрегат работает устойчиво в диапазоне скоростей, предусмотренных проектом.

Однако иногда ветер имеет скорость, выходящую за пределы расчетных скоростей. Ветер может иметь настолько высокую скорость, что ветроагрегат может

сломаться, и поэтому необходимо остановить и принять меры по его защите от разрушения, или настолько низкую скорость, что ветроагрегат вовсе не может работать. Если скорость ветра превышает номинальную рабочую скорость, часть извлекаемой механической энергии ветра не используется, с тем чтобы не превышать номинальной электрической мощности генератора.

Учитывая эти факторы, удельная выработка электрической энергии в течение года составляет 15-30% энергии ветра, или даже меньше, в зависимости от местоположения и параметров ветроагрегата.

При выборе ВЭУ обычно используют скорость ветра, определенную по картам ветров региона или района. Эти данные могут меняться с изменением климата. Кроме того, при выборе места установки ВЭУ учитывают наличие свободных площадей от построек и земельных участков с.х. назначения.

Этот участок может граничить с лесными массивами и хозяйственными постройками, соответственно реальная скорость ветра на данном участке может отличаться от средней скорости по району или области. В данном случае возникает необходимость измерение реальной скорости ветра в месте установки ВЭУ.

По нашему мнению, к измерению ветропотенциала точно подойдет мини-ВЭУ, устанавливаемая кратковременно, для корректировки данных по скорости ветра к месту установки проектируемой ВЭУ по площади ометаемой поверхности лопастей или мощности генератора.

ИСТОЧНИКИ

1. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 30.12.2017) "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии" (вместе с "Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии", "Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии")
2. Левин М.А., Иванкина Ю.В. Повышение эффективности использования роторных ветрогенераторов // Техника и оборудование для села. 2017. № 3 (237). С. 44-45.
3. Евликов О.И., Левин М.А. 3. Функциональные возможности частотного преобразователя привода асинхронного двигателя в качестве устройства защиты // Актуальные проблемы энергетики АПК материалы VII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А. 2016. С. 42-44.
4. Левин М.А., Подшивалов Р.С. Энергия ветра – как источник питания для бытовых и технических нужд // Актуальные проблемы энергетики АПК
5. Материалы III Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Павлова. . 2012. С. 198-201.

УДК 631.21

С.М. Бакиров, Г.С. Котюшко, А.В. Чернов

Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В работе приводится краткое описание рабочего процесса дождевальных машин кругового действия. Представлен общий вид траектории движения дождевальной машины и возможная схема подключения к источнику электрической энергии. Выделены особенности электроснабжения на примере дождевальной электрифицированной машины кругового действия Кубань-ЛК1М Каскад. Приводятся составляющие мощности для расчета электрических нагрузок системы дождевальной машины и насосной станции.

Ключевые слова: электроснабжение, мощность, дождевальная машина кругового действия, электродвигатель, прибор синхронизации в линию.

Для орошения пахотных земель используют различные оросительные системы. В настоящий момент самыми распространенными системами являются дождевальные машины. Различают дождевальные машины кругового и фронтального действия.

С позиции мелиорации дождевальные машины фронтального действия (ДМФД) имеют ряд достоинств: равномерное орошение земель, большой охват площади орошения и т.п. Однако организовать движение ДМФД несколько сложно. Это связано с многими факторами, например, необходимо иметь доступ к забору воды в каждой плоскости движения машины или быть подключенным к общему гибкому водопроводу; иметь соответствующий запас энергетических ресурсов (электроэнергия, газо-смазочные материалы и т. п.); иметь возможность

выполнения технических функций с учетом различных условий, препятствий и ограничений, возникающих при движении [1]. Также обеспечение работы ДМФД является материалоемким процессом, надежность которого находится на низком уровне. Поскольку на одновременность движения машины влияет множество факторов и учесть взаимосвязь работы механических узлов, связь электромеханизмов и т.п. сложно. С технической точки зрения движение дождевальной машины кругового действия (ДМКД) организовать легче.

В ДМКД к оси вращения подводится водопровод либо от центральной системы водоснабжения, либо бурится специальная скважина для данной машины. Таким образом, забор воды осуществляется с одного неподвижного места (рис.).

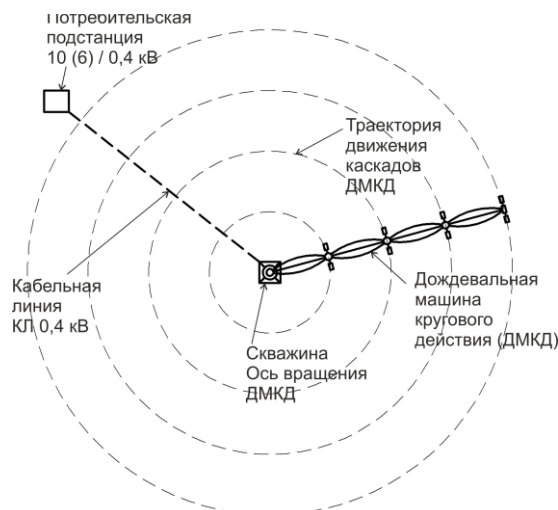


Рисунок – Общий вид траектории движения дождевальной машины кругового действия и системы питания

Подача воды осуществляется с помощью насоса. Мощность и вид насоса определяется по характеристикам водопровода обеспечения водой потребителей. Как правило, в центральной системе мощность насосной станции удовлетворяет потребность в водоснабжении всех рассматриваемых на участке объектов. При подаче воды из скважины на месте установки ДМКД мощность насоса определяется по характеристикам трубопровода машины.

Электроснабжение ДМКД рассчитывается с учетом условий системы, в состав которой может входить насосная станция скважины. Поскольку электрическая мощность насоса зависит от многих параметров и, чаще всего, больше суммарной мощности электрооборудования самой дождевальной машины.

Рассмотрим дождевальную электрифицированную машину кругового действия «Кубань-ЛК1М» (Каскад) [2].

В расчет электрических нагрузок системы ДМКД и насосной станции (скважина на месте установки машины) входит определение суточного потребления электроэнергии.

В состав насосной станции входит электродвигатель насоса и система автоматического управления и защиты. Мощность насосной станции $P_{НС}$

$$P_{НС} = P_{Эд} + P_{САУ}, \quad (1)$$

где $P_{Эд}$ – мощность электродвигателя насоса, кВт;
 $P_{САУ}$ – мощность системы автоматического управления насосом, кВт.

В состав ДМКД входит электродвигатель привода колес, прибор синхронизации в линию (ПСЛ) и общая система автоматического управления

$$P_{ДМКД} = \sum_{i=1}^n (P_{Эд_i} + P_{ПСЛ_i}) + P_{ЦУ}, \quad (2)$$

где n – количество каскадов, шт.;
 $P_{Эд_i}$ – мощность электродвигателя привода колес одного каскада, кВт;
 $P_{ПСЛ}$ – мощность прибора синхронизации в линию одного каскада, кВт;
 $P_{ЦУ}$ – мощность системы автоматического управления (цит. управления), кВт.

Для расчета мощности потребительского трансформатора для питания рассматриваемой ДМКД необходимо установить режим работы электрооборудования. Поскольку движение каскадов машины осуществляется не одновременно для всех, то необходимо установить коэффициент одновременности. Вместе с этим общая длина кабельной линии и сечение выбранного кабеля будут влиять на уровень потерь электроэнергии.

Таким образом, эффективность электроснабжения ДМКД зависит от многих факторов. В первую очередь от выбора источника электроэнергии, которым может выступать единая система ЕЭС, переносная дизельная электростанция или набор аккумуляторных батарей. Во-вторых, от оптимизации параметров используемого оборудования (выбора проводов и кабелей, качество соединений, выбора электродвигателей и автоматики). В-третьих, от эксплуатации электрооборудования, которая включает в себя обслуживание и ремонт оборудования, находящегося в тяжелых условиях эксплуатации (высокая влажность воздуха, прямое климатическое воздействие, режим загрузки).

ИСТОЧНИКИ

1. Стрижков, И. Г. Электрооборудование технологических комплексов орошаемого земледелия / дисс. докт. техн. наук – Краснодар. – 2001. – 432 с.
2. Руководство по эксплуатации. Техническое описание и инструкции. Машина дождевальная электрифицированная круговая «Кубань – ЛК1М» (каскад) / ООО «Мелиомаш». – Саратов. -2012. – 66 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДОГРЕВОМ ВОДЫ

Аннотация. В статье приведены некоторые результаты разработки локальных систем автоматического управления подогревом воды для увлажнения корма в кормоцехе; рассмотрены передаточные функции отдельных звеньев и системы в целом.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры, автоматизация технологических процессов, система автоматического управления.

Повышение производительности труда и снижение энергозатрат на производство единицы продукции, улучшение использования электрооборудования и условий труда работников невозможно без внедрения системной автоматизации в сельскохозяйственное производство [1-4]. Уровень автоматизации является определяющим фактором, в том числе, себестоимости производимой продукции – важного показателя конкурентоспособности производства в условиях рыночной экономики [5-7].

Использование ручного способа управления технологическими процессами, например, в кормоприготовительных цехах, предполагает наличие не менее двух операторов. При этом релейно-контакторная схема управления имеет невысокую надежность, обусловленную в первую очередь тем, что аппараты управления содержит открытые части и подвижные замыкающие и размыкающие контакты, которые вследствие окисления и нагрева быстро изнашиваются, что приводит к выходу из строя самого устройства и всей схемы управления.

Таким образом, создание новых и совершенствование существующих систем автоматического управления технологическими процессами в кормоприготовительных цехах с использованием современных микропроцессорных технических средств, представляется актуальным.

В настоящей статье приведены некоторые результаты разработки локальных систем автоматического управления подогревом воды для увлажнения корма в кормоцехе; рассмотрены передаточные функции отдельных звеньев и системы в целом.

Для лучшего переваривания корма животными необходимо осуществить его увлажнение водой температурой до 30 °С.

На рисунке 1 представлена функциональная схема САУ температуры воды в емкости [8].

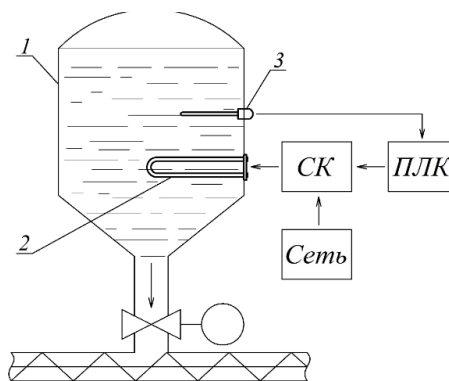


Рисунок 1 – Функциональная схема САУ температуры воды в емкости: 1 – емкость для подогрева воды; 2 – электронагреватель (ТЭН); 3 – термодатчик; СК – симисторный ключ; ПЛК – программируемый логический контроллер

Подогрев воды в емкости 1 осуществляется с помощью электронагревателя 2 (ТЭНа). В качестве элемента обратной связи служит датчик 3, подающий сигнал на аналоговый вход ПЛК [9].

При снижении температуры ниже заданного значения, что фиксируется термодатчиком 3, контроллер подает управляющее воздействие на включение нагревателя 2. Повышение температуры воды до требуемых значений вызывает отключение ТЭНа.

Так как рассматриваемая система автоматического регулирования является локальной, то есть составной частью программной и стабилизирующей автоматизированной системы управления кормоцехом [10] важным является расчет и выбор основных элементов САУ, составление математической модели элементов и системы в целом.

Проектирование автоматических систем начинают с выбора управляемых, регулируемых и контролируемых величин. В рассматриваемой САУ регулируемая величина – температура воды θ_0 в емкости. Автоматизация технологического процесса состоит в автоматической стабилизации значения θ_0 в управляемом объекте – емкости, являющейся статическим объектом с самовыравниванием.

В качестве регулирующего органа, осуществляющего управляющие воздействия на объект, используется электронагревательный элемент (ТЭН). Возмущающее воздействие на объект управления оказывает отток теплоты θ_n через

внешнюю стенку емкости. Точность поддержания регулируемой величины сравнительно низкая $\pm 10\%$.

Поскольку особой точности стабилизации температуры не требуется, с учетом [10], целесообразно применить позиционную систему автоматического управления по отклонению регулируемой величины.

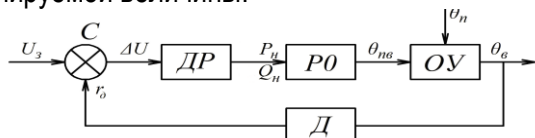


Рисунок 2 – Структурная схема системы автоматического регулирования

Основными элементами структурной схемы САР, представленной на рис.32, являются объект управления ОУ; регулирующий орган РО; двухпозиционный регулятор температуры ДР, вырабатывающий сигнал управления РО; элемент сравнения С формирующий сигнал рассогласования ΔU в соответствии с заданным θ_0 и действительными значениями температуры в объекте; чувствительный элемент – датчик Д, контролирующий температуру воды в средней зоне объекта ОУ.

В инженерной практике для оценки статических и динамических свойств элементов и систем широко используют математические модели, устанавливающие взаимосвязь входных и выходных величин в установившихся и переходных режимах и получаемые аналитически или экспериментально [11]. Запишем передаточные функции отдельных звеньев системы:

- объекта регулирования по управляющему воздействию W_1 :

$$W_1(p) = \frac{k_1(Tp+1)}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1} = \frac{0,03(76p+1)}{90p^2 + 168p + 1};$$

где k_1, T, T_1, T_2 – коэффициент передачи и постоянные времени объекта управления,
 p – оператор дифференцирования;

- калорифера по каналу «мощность нагревателя – температура воды» W_2 :

$$W_2(p) = \frac{k_2 \cdot e^{-p\tau_1}}{T_3 p + 1} = \frac{5,8}{70p + 1} \cdot e^{-12p};$$

где k_2, T_3 – коэффициент передачи и постоянная времени калорифера;

- терморезистора W_3 :

$$W_3(p) = \frac{k_3}{T_4 p + 1} = \frac{0,57}{10p + 1};$$

где k_3, T_4 – коэффициент передачи и постоянная времени терморезистора.

По известным передаточным функциям звеньев, определим общую передаточную функцию линейной части системы:

$$W_s(p) = \frac{0,03(76p+1)}{90p^2 + 168p + 1} \cdot \frac{0,57}{10p + 1} \cdot \frac{5,8}{70p + 1} =$$

$$= \frac{0,099(76p+1)}{63000p^4 + 124800p^3 + 14230p^2 + 248p + 1}.$$

Критерий Рауса-Гурвица свидетельствует об устойчивости системы регулирования [11].

По известной математической модели САР определяются показатели качества и даются рекомендации по аппаратной реализации алгоритмов управления.

ИСТОЧНИКИ

1. Усанов, К.М. Проектирование электроустановок [Текст]: учебное пособие / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина. – Саратов: Амирит, 2017. – 123 с.
2. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.
3. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учебное пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. – 292 с.
4. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-82.
5. Усанов, К.М. Использование линейного электромагнитного двигателя для упаковки сельскохозяйственной продукции / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко, С.А. Ивченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2012. №1 – С.22-23.
6. Усанов, К.М. Импульсный электромагнитный привод трюсовый кормораздатчика / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве, 2011. № 3. – С.14-16.
7. Каргин, В.А. Совершенствование технологии погружения продольно-неустойчивых стержневых элементов на объектах АПК использованием переносного импульсного электромагнитного привода. – автореф. дисс. к.т.н., Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2007. – 19 с.
8. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учебное пособие для вузов / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005. – 352 с.
9. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.
10. Бозин Г.С. Перспективы использования и выбор программируемых логических контроллеров для автоматизации локальных систем управления процессами сельхозпроизводства / В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции, 2016.
11. Яковлев, Б.Б. Теория автоматического управления [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Б.Б. Яковлев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2009. –567с.

А.А. Барцев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УВЛАЖНЕНИЯ КОРМА ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Аннотация. В статье представлены рекомендации по совершенствованию совершенствование системы управления процессом увлажнения корма; обосновано использование программируемых логических контроллеров.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры, автоматизация технологических процессов, система автоматического управления.

Автоматизация технологических процессов (ТП) позволяет освободить человека от непосредственного выполнения функций управления ТП и передать эти функции автоматическим устройствам [1-3]. Благодаря автоматизации сельскохозяйственного производства повышается надежность и продлевается срок работы технологического оборудования, улучшаются условия и безопасность труда, снижаются затраты на единицу продукции [4-7].

Так, используемые в настоящее время в небольших фермерских хозяйствах системы управления технологическими процессами, например, в кормоприготовительных цехах, выполнены на базе релейно-контакторных схем, которые имеют невысокую надежность, обусловленную в первую очередь тем, что аппараты управления содержат открытые части и подвижные замыкающие и размыкающие контакты, которые вследствие окисления и нагрева быстро изнашиваются, что приводит к выходу из строя самого устройства и всей схемы управления в целом [8]. Таким образом, разработка автоматизированных систем управления с применением бесконтактных микропроцессорных технических средств, например, программируемых логических контроллеров, представляется важным.

В настоящей статье представлены рекомендации по совершенствованию системы управления процессом увлажнения корма; обосновано использование программируемых логических контроллеров.

При откорме свиней от 40 до 130 кг нормальным следует считать корм, который содержит не менее 25-30% сухого вещества. Оптимальная влажность кормовых смесей в пределах 65-75%. При таком кормлении исключается излишнее потребление воды животными. Достичь такой влажности кормовых смесей можно при условии сочетания корма и воды 1:2 – 1:2,5 [9].

С учетом рекомендаций, изложенных в [9] представляется важным обеспечить влажность кормов при приготовлении на уровне 70%. В связи с этим разработка системы автоматического регулирования влажности корма является актуальной.

На рисунок 1 представлена функциональная схема САУ влажности корма.

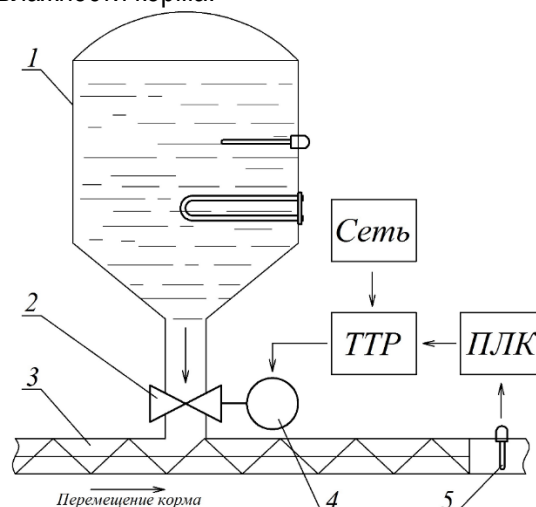


Рисунок 1 – Функциональная схема САУ влажности корма: 1 – емкость для подогрева воды; 2 – задвижка; 3 – транспортер; 4 – исполнительный механизм; 5 – датчик влажности; ТТР – твердотельное реле; ПЛК – программируемый логический контроллер.

Работа системы автоматического регулирования влажности корма представляется следующим образом. При недостаточной увлажненности корма сигнал от датчика влажности 5 подается в программируемый логический контроллер ПЛК и через твердотельное реле ТТР происходит управление исполнительным механизмом 4 с задвижкой 2. Поток подогретой воды из емкости 1 увеличивается, влажность корма повышается, что также фиксируется датчиком влажности 5.

Так как рассматриваемая система автоматического регулирования является локальной, то есть составной частью программной и стабилизирующей автоматизированной системы управления кормоцехом важным является составление математической модели элементов и системы в целом, определение параметров настройки регулятора и др. [1,2].

На рис.2 представлена структурная схема САУ влажности.

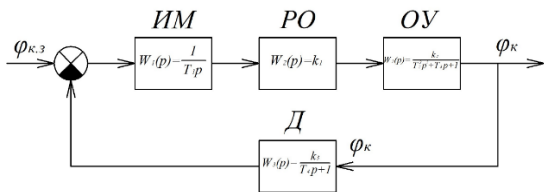


Рисунок 2. Структурная схема системы регулирования влажности: ИМ – исполнительный механизм; РО – рабочий орган; ОУ – объект управления; Д – датчик влажности

Динамические свойства элементов системы описываются следующими передаточными функциями [10]:

– исполнительного механизма ИМ –

$$W_1(p) = \frac{1}{T_1 p},$$

где T_1 – постоянная времени исполнительного механизма, $T_1=6$ с;

– рабочего органа РО – $W_2(p) = k_1$,

где k_1 – коэффициент передачи рабочего органа, $k_1=1$;

– объекта управления ОУ –

$$W_3(p) = \frac{k_2}{T_2^2 p^2 + T_3 p + 1},$$

где T_2, T_3 – постоянные времени объекта управления, $T_2=6$ с, $T_3=4$ с; k_2 – коэффициент передачи объекта управления, $k_2=0,9$;

– датчика Д – $W_4(p) = \frac{k_3}{T_4 p + 1}$, где T_4 –

постоянная времени датчика, $T_4=4$ с; k_3 – коэффициент передачи датчика, $k_3=0,3$.

Для составления общего уравнения системы регулирования воспользуемся рекомендациями [10]

$$W(p) = \frac{W_1 \cdot W_2 \cdot W_3}{1 - W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \cdot W_4} = \frac{k_1 \cdot k_2}{T_1 p \cdot (T_2^2 p^2 + T_3 p + 1) + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{T_4 p + 1}}$$

Подставив численные значения, получаем

$$W(p) = \frac{0,9(144p^4 + 132p^3 + 48p^2 + 6p)}{144p^4 + 132p^3 + 48p^2 + 6p + 0,27}$$

Определим устойчивость данной системы по критерию Михайлова [1,10]. Характеристическая кривая вектора АФЧХ критерия Михайлова (рис.3) свидетельствует о том, что исследуемая система регулирования устойчива, так как количество квадрантов, по которым последовательно без пропусков проходит эта кривая, равно степени характеристического уравнения.

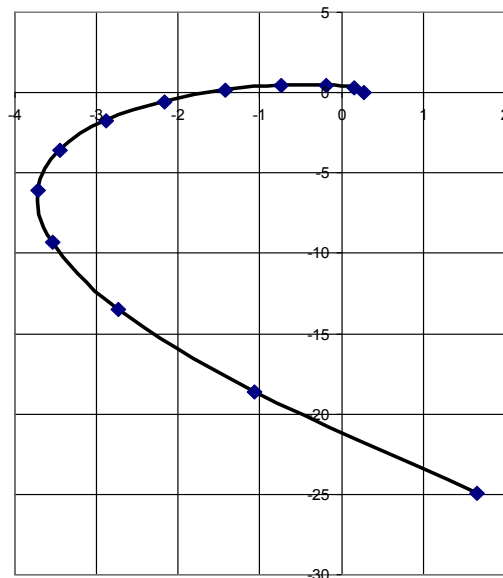


Рисунок 3. Характеристическая кривая вектора АФЧХ критерия Михайлова

С учетом рекомендаций, изложенных в [1,2] выбираем пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД регулятор). Программируемый логический контроллер имеет функцию ПИД регулирования. Таким образом, разработанная локальная система регулирования влажности корма, может интегрироваться в автоматизированную систему управления кормоцехом [8]. Программируемый логический контроллер позволяет реализовать данный закон регулирования (рис.4) [11]:

$$Y = Y_OFFSET + KP \left(e(t) + \frac{1}{TN} \int_0^{TN} e(t) + TV \frac{de(t)}{dt} \right)$$

где Y_OFFSET – стационарное значение;

KP – коэффициент передачи;

TN – постоянная интегрирования;

TV – постоянная дифференцирования;

$e(t)$ – сигнал ошибки.

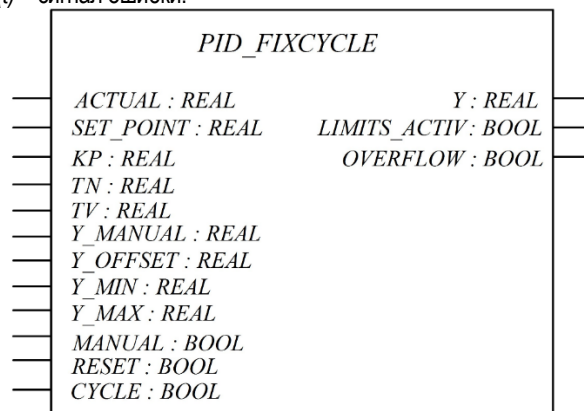


Рисунок 4 Функциональный блок, реализующий ПИД закон регулирования

Значение выхода Y ограничено Y_MIN и Y_MAX . При достижении Y границ ограничения, выход $LIMITS_ACTIV$ (BOOL) принимает значение

логической единицы *TRUE*. Если ограничение выхода не требуется, *Y_MIN* и *Y_MAX* должны быть равны 0. Если *MANUAL* равен *TRUE*, то регулирование выключено, значение *Y* автоматически не изменяется. При переходе значение *MANUAL* в *FALSE* происходит рестарт регулятора.

Неправильная работа регулятора может вызвать неограниченный рост интегральной составляющей. Для обнаружения такой ситуации предназначен выход *OVERLOW*. При переполнении он принимает значение *TRUE*, одновременно останавливается работа регулятора. Для его включения необходимо использовать рестарт [11].

ИСТОЧНИКИ

1. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учебное пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. – 292 с.
3. Усанов, К.М. Проектирование электроустановок [Текст]: учебное пособие / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина. – Саратов: Амирит, 2017. – 123 с.
4. Каргин, В.А. Электрический преобразователь с автоподстройкой выходного усилия электромагнитного формователя колбасных изделий / В.А. Каргин, А.В. Волгин, А.П.

Моисеев, О.В. Логачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. №2 (160). – С.176-180.

5. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова / Известия Международной академии аграрного образования, 2017. № 37. – С.15-18.

6. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-82.

7. Четвериков, Е.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности / Е.А. Четвериков, А.П. Моисеев, В.А. Каргин // Аграрный научный журнал, 2015. № 7. – С. 52-54.

8. Бозин, Г.С. Перспективы использования и выбор программируемых логических контроллеров для автоматизации локальных систем управления процессами сельхозпроизводства / В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции, 2016.

9. Механизация приготовления кормов: Справочник / В.И. Сыроватка, А.В. Демин, А.Х. Джамелов; Под общей редакцией В.И. Сыроватка. – М.: Агропромиздат, 2003 – 368 с.

10. Яковлев, Б.Б. Теория автоматического управления [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Б.Б. Яковлев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2009. –567с.

11. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. В.П. Дьяконова. –М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

УДК 621.311.24; 621.548

А.В. Бобрышев

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ СТАБИЛИЗАЦИИ ОБОРОТОВ ВРАЩЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Аннотация. Разработана система автономного электроснабжения с использованием энергии ветра. Для стабилизации оборотов вращения асинхронного генератора применяется высокоскоростной регулятор стабилизации оборотов вращения генератора, использующий кинетическую энергию маховика.

Ключевые слова: энергия ветра, автономное электроснабжение, асинхронный генератор, маховик.

Использование энергии ветра для автономного электроснабжения потребителей в агропромышленном комплексе является одной из важнейших задач эффективного использования энергоресурсов.

Удаление потребителей от электрических сетей делает автономное электроснабжение единственным приемлемым вариантом. В настоящее время для автономного электроснабжения малых хозяйств в подавляющем большинстве используют передвижные дизельные или бензиновые электростанции, а также системы аккумулятор-инвертор. Использование топливных электростанций сдерживается, прежде всего, их высокой стоимостью, необходимостью транспортировки топлива, оборудования мест для безопасного хранения горюче-смазочных материалов, экологическими аспектами. Применение системы аккумулятор-инвертор так же обусловлено высокой стоимостью компонентов. Непрерывный рост цен на ископаемые энергоносители вынуждает искать другие способы электроснабжения, например, использование ветроэнергетических установок для автономного электроснабжения малых хозяйств.

К потребителям малой мощности могут быть отнесены пасечные хозяйства, домики рыбака, пастбищные выгульные хозяйства и другие потребители, удаленные от электрических сетей и/или с течением времени меняющие свое местоположение.

Для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, включающих однофазные и трехфазные потребители энергии применим ветроэнергетическую установку с асинхронным генератором с короткозамкнутым ротором переменного трехфазного тока.

Для стабилизации выходных параметров асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором необходимо использовать систему стабилизации его оборотов вращения, за счет чего применяется система отбора излишков энергии при помощи регулятора мощности, нагруженного на зарядку аккумуляторной батареи или балластную нагрузку. В случае недостатка энергии на валу ветроколеса для работы асинхронного генератора применяется высокоскоростной регулятор стабилизации оборотов вращения генератора, отдающий накопленную

на нем энергию на вал генератора в соответствии с графиком мгновенной ветровой нагрузки. Раскрутка маховика электромеханического аккумулятора обеспечивается электродвигателем постоянного тока, за счет энергии, накопленной в аккумуляторной батарее. В случае отсутствия ветра электроснабжение потребителей осуществляется от резервного источника питания – бензогенератора.

Структурная схема системы автономного электроснабжения представлена на рисунке 1.

Ветроэнергетическая установка содержит: ветроколесо, соединенное посредством вала с мультипликатором, выходной вал которого соединен с обгонной муфтой, которая соединена со сквозным ротором асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, к которому присоединена электромагнитная муфта скольжения соединенная с электродвигателем и маховиком, к выходам статорных обмоток асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором электрически подсоединены: батарея пусковых конденсаторов, трансформаторы напряжения, потребитель электрической энергии, систему управления, систему управления двигателем постоянного тока; трансформаторы напряжения электрически соединены с диодным мостом, который электрически соединен с системой управления, система управления электрически соединена с зарядным устройством и регулятором мощности, зарядное устройство соединено с аккумуляторной батареей и балластной нагрузкой, системой управления двигателем постоянного тока электромеханического аккумулятора энергии, которая электрически соединена с якорной обмоткой двигателя постоянного тока

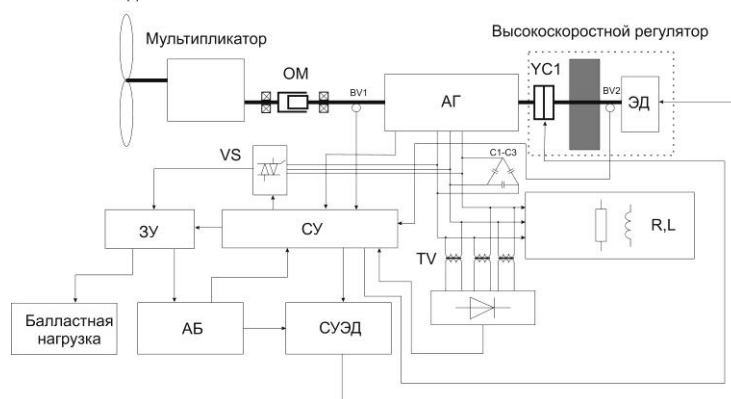


Рисунок 1 – Структурная схема ветроэнергетической установки

Если вращающего момента выходного вала мультипликатора недостаточно для работы асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, то высокоскоростной регулятор, который запас некоторое количество инерционной энергии, отдает ее в виде крутящего момента на асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором. Таким образом, независимо от мощности на валу ветроколеса и соответственно выходного вала мультипликатора, посредством высокоскоростного регулятора и обгонной муфты производится стабилизация частоты вращения и выходных параметров асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором.

электроэнергетического аккумулятора, и с электромагнитной муфтой скольжения.

В качестве ветроколеса использован преобразователь энергии ветра в механическую энергию пропеллерного типа с профилем от ветроустановки WE-3000, асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором со сквозным ротором стандартной конструкции.

Система автономного электроснабжения на основе ветроэнергетической установки, представленная на рисунке 1 работает следующим образом.

Вращающий момент от ветроколеса поступает в мультипликатор, в котором в соответствии с передаточным отношением преобразуется угловая скорость ветроколеса к скорости асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором. Выходной вал мультипликатора соединен с обгонной муфтой, которая соединена с ротором асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, при этом сквозной ротор асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором позволяет с другой стороны присоединить высокоскоростной регулятор и тем самым приобретая дополнительный инерционный момент и сглаживая импульсные изменения момента на роторе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при изменении ветровой и электрической нагрузки.

Батарея пусковых конденсаторов используется для возбуждения асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, трансформаторы напряжения снимают информацию об уровне напряжения на потребителе электрической энергии и через диодный мост передается в систему управления. По результатам обработки поступившей информации об уровне напряжения на потребителе электрической энергии и частоты вращения асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором система управления формирует управляющие сигналы электромагнитной муфты, управляет зарядом аккумуляторной батареи и режимом работы регулятора мощности, а система управления электродвигателем (двигателем

постоянного тока) формирует уровни напряжения на его обмотке, возникающий крутящий момент накапливается на маховике и в определенном количестве передается, что позволяет стабилизировать частоту вращения вала ротора асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором и соответственно выходные его параметры как при изменении мощности на валу ветроколеса, так и при изменении мощности потребителя электрической энергии.

Высокоскоростной регулятор, состоящий из двигателя постоянного тока, маховика и электромагнитной муфты работает следующим образом. Излишки энергии с фаз асинхронного генератора через регулятор мощности и зарядное устройство поступают в аккумуляторную батарею, с которой через систему управления электродвигателем поступают на обмотки машины постоянного тока. Машина постоянного тока раскручивает маховик до номинальных оборотов вращения 2700 мин⁻¹. В случае нехватки энергии на

валу ветроколеса для работы асинхронного генератора на нагрузку подается ток на электромагнитную муфту, тем самым передавая энергию с маховика на ротор асинхронного генератора. Если на маховике нет энергии, то есть его угловая скорость вращения меньше угловой скорости вращения ротора асинхронного генератора, о чем передается сигнал с датчиков оборотов вращения ротора асинхронного генератора BV1 и вала маховика BV2, производится электроснабжение потребителей от резервного источника питания, такого как бензогенератор.

ИСТОЧНИКИ

1. Коноплев Е. В. Применение ветроэнергетической установки в системах автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей малой мощности : автореф. Дис. ... канд. техн. наук. зерноград, 2007. 19 с.
2. Никитенко Г. В., Коноплев Е. В., Коноплев П. В. Ветроэнергетическая установка автономного электроснабжения // Сельский механизатор. 2012. № 2. С. 25.

УДК 339.13.012

В.А. Буторин, А.М. Карпенин

«Южно-Уральский государственный аграрный университет, институт Агроинженерии», г. Челябинск

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Аннотация. Установлена полиномиальная модель скорости изменения параметра технического состояния подшипника асинхронного двигателя в зависимости от воздействующих факторов с использованием многофакторного планирования эксперимента.

Ключевые слова: Подшипник, параметр технического состояния, планирование эксперимента, стендовые испытания, уровни варьирования, линейная функция

В процессе эксплуатации электродвигателей на процесс изнашивания их подшипниковых узлов действует большое количество факторов.

Из-за наличия множества факторов, получение аналитической зависимости выходного параметра от воздействующих факторов обычными методами однофакторного эксперимента представляет собой очень сложную задачу.

Скорость изменения параметра технического состояния (дал. ПТС) элемента подшипникового узла, как функцию действующих факторов, можно получить с помощью многофакторного планирования по результатам стендовых испытаний [1].

Для определения изменения параметра технического состояния подшипника электродвигателя на валу была взята линейная функция

$$H = H_0 + V \cdot t, \quad (1)$$

где H – предельное значение ПТС;
 H_0 – начальное значение ПТС;
 V – интенсивность изменения параметра;
 t – ресурс элемента.

Скорость изнашивания зависит от воздействия совокупности различных факторов [2]:

- Эксплуатационных;
- Ремонтно-технологических;
- Конструкционных.

Анализ литературы позволил выявить основные факторы, которые будут варьироваться в процессе эксперимента. К ним относятся [2]:

- постоянное усилие;
- переменное усилие;
- относительная влажность.

В общем виде уравнение износа деталей подшипникового узла можно записать следующим образом:

$$V = f_i(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1.1)$$

где V_i – скорость изнашивания i -го элемента подшипникового узла;

X_1, X_2, \dots, X_n – факторы, влияющие на износ элемента подшипникового узла.

Для получения математического выражения скорости изнашивания ПТС подшипника необходимо провести эксперимент при вполне определенных сочетаниях факторов. В течение одного опыта факторы поддерживаются на постоянных уровнях. В

эксперименте уровни варьирования факторов выбираются с учетом всего диапазона их эксплуатационных значений, это позволяет охватить весь возможный диапазон их воздействий на процесс изменения ПТС [3].

По результатам стендовых испытаний после реализации матриц планирования многофакторного эксперимента определяются выборочные оценки коэффициентов регрессии [3].

Разложив неизвестную искомую функцию в степенной ряд, можно представить ее с некоторым приближением в виде следующего полинома

$$Y_i = A_0 + \sum_{i=1}^k A_i \cdot X_i + \sum_{i<j}^k A_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_{i=1}^k A_{ii} \cdot X_i^2 + \dots, \quad (1.2)$$

где X_1, X_2, \dots, X_n – действующие факторы в кодированном виде,

A_0, A_i, A_{ij}, A_{ii} – выборочные оценки коэффициентов регрессии, характеризующие степень влияния каждого из факторов на скорость изнашивания.

Использование многофакторного планирования эксперимента позволяет значительно сократить число опытов и время испытаний подверженных износу элементов. Если опыты проводятся при всех сочетаниях верхних и нижних уровней варьирования факторов, планирование называется полнофакторным и применяется в случаях небольшого количества факторов.

Испытательный стенд, с помощью которого были получены данные

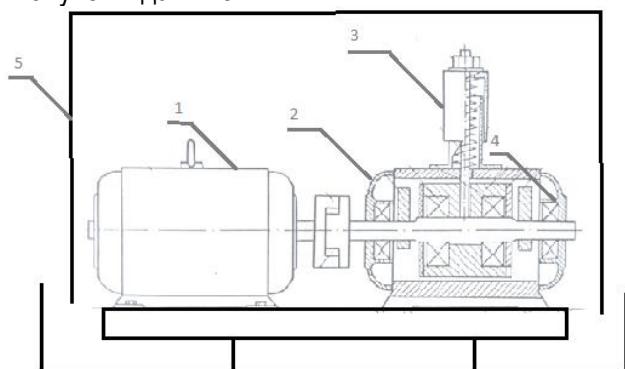


Рисунок 1. Испытательный стенд

Система постоянного нагружения была выбрана пружинной (3). Система переменного нагружения выполнена способом небаланса-несовпадения центра тяжести с осью вращения за счет установки неуравновешенностей (эксцентриков) (4) на вал ротора исследуемого электродвигателя (2). Вращение исследуемого двигателя производится приводным электродвигателем (1).

Характер окружающей среды, свойственный эксплуатационным условиям работы машин, имитировался с помощью камеры влажности (5),

которая обеспечивала в зоне рабочего объема относительную влажность до 100%.

Соединением между двигателем и рабочей машиной являлась клиноременная передача. На испытательном стенде было получено полиномиальное выражение скорости для определения ресурса исследуемого подшипника

$$V = 1,21 + 0,51X_1 + 0,44X_2 + 0,09X_3, [10^{-3} \text{ мкм}^3/\text{ч}]. \quad (1.3)$$

Для перехода от факторов в кодированном виде (X) к факторам с натуральными значениями проводилось раскодирование уравнение регрессии

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_{i0}}{\Delta\tilde{x}_i} \quad (1.4)$$

где x_i – кодированное значение фактора;

\tilde{x}_i – натуральное значение фактора;

\tilde{x}_{i0} – натуральное значение фактора на нулевом уровне;

$\Delta\tilde{x}_i$ – интервал варьирования фактора.

Подставив в него натуральные значения исследуемых на элемент факторов, получим величину скорости изменения ПТС подшипника.

С помощью линейной функции (1), зная начальное и предельное значения ПТС, можно определить ресурс подшипника электродвигателя на валу двигателя.

Таким образом, на основании проведенного эксперимента по матрице его многофакторного планирования установлено полиномиальное выражение скорости износа от действующих факторов в кодированном виде. Эта зависимость позволит в дальнейшем произвести оценку ресурса подшипникового узла электродвигателя.

ИСТОЧНИКИ

1. Буторин В.А., Царев И.Б., Гусейнов Р.Т. Теоретическое обоснование ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя / Буторин В.А., Царев И.Б., Гусейнов Р.Т. // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1157-1160.
2. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Основные факторы, влияющие на ресурс подшипниковых узлов погружных электродвигателей / Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. // В сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству Материалы LIII международной научно-технической конференции. под редакцией П. Г. Свечникова. 2014. С. 241-246.
3. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Устройство крепления вибродатчика к погружному электродвигателю для оценки технического состояния подшипниковых узлов / Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1 (37). С. 68-70.

В.А. Буторин, Ю.И.Ошуркова

«Южно-Уральский государственный аграрный университет, институт Агроинженерии», г. Челябинск

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос обоснования технико-экономической эффективности внедрения способа электроосмотической сушки изоляции обмоток электродвигателей в производстве, в частности, в сельскохозяйственном.

Ключевые слова: Асинхронный двигатель, интенсивность, экономический эффект, электроосмос.

Исходные положения расчета технико-экономической эффективности.

Основным выводом исследований электроосмотической сушки изоляции обмоток электродвигателей является заключение о целесообразности использования этого явления для удаления влаги из изоляционных материалов [1,2].

Вопрос широкого внедрения данного способа (способа электроосмотической сушки изоляции обмоток ЭД) в производство, в частности в сельскохозяйственное, требует обоснования технико-экономической эффективности этого способа.

Электроосмотическая сушка изоляции лишена многих недостатков и обладает рядом технико-экономических преимуществ (по сравнению с иными способами), к которым относятся:

- высокая производительность;

- отсутствие теплового старения изоляции;

- малый расход электроэнергии;

- снижение трудоемкости производства;

- невысокая цена [3,4].

Экономическая эффективность электроосмотического обезвоживания изоляции электродвигателей.

В основу расчета технико-экономической эффективности электроосмотического способа сушки обмоток ЭД положена методика расчета годового экономического эффекта от создания и использования нового оборудования долговременного применения с улучшенными характеристиками (производительность, долговечность, снижение эксплуатационных затрат и т.д.). При этом используется выражение [5]

$$\mathcal{E} = \left[(C_{\bar{o}} + E_H \cdot K_{\bar{o}}) \cdot \frac{B_H}{B_{\bar{o}}} \cdot \frac{P_{\bar{o}} + E_H}{P_H + E_H} + \frac{(I'_{\bar{o}} - I'_H) - E_H(K'_H - K'_{\bar{o}})}{P_H + E_H} - (C_H + E_H \cdot K_H) \right] \cdot A_H, \quad (1)$$

где $C_{\bar{o}}, C_H$ - себестоимость единицы базового и нового оборудования;

$K_{\bar{o}}, K_H$ - удельные (в расчете на машину) капитальные вложения в базовом и новом варианте;

$B_H / B_{\bar{o}}$ - коэффициент учета роста производительности единицы нового оборудования по сравнению с базовым;

$B_{\bar{o}}, B_H$ - годовые объемы продукции (работы), производимые при использовании единицы базового и нового оборудования, в натуральных единицах;

$\frac{P_{\bar{o}} + E_H}{P_H + E_H}$ - коэффициент учета изменения срока службы нового оборудования по сравнению с базовым;

$P_{\bar{o}}, P_H$ - доли отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление (реновацию) базового и нового средства труда.

Данные показатели рассчитываются как величины, обратные срокам службы оборудования, определяемым с учетом их морального износа;

$$\frac{(I'_{\bar{o}} - I'_H) - E_H(K'_H - K'_{\bar{o}})}{P_H + E_H}$$

- экономия на текущих эксплуатационных затратах и отчислениях от сопутствующих капитальных вложений за весь срок службы нового оборудования по сравнению с базовым;

$I'_{\bar{o}}, I'_H$ - годовые эксплуатационные затраты при использовании, соответственно, базового и нового оборудования в расчете на объем продукции (работы), производимой с помощью последнего. В данном случае учитывается только доля амортизационных отчислений, предназначенная на капитальный ремонт оборудования, т.е. без учета издержек на их реновацию, а также амортизационные отчисления по сопутствующим капитальным вложениям;

A_H - годовой объем производства нового оборудования в расчетном году, в натуральных единицах;

E_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимаемый равным 0,15.

Годовые эксплуатационные затраты при использовании базового оборудования рассчитываются по формуле

$$I_{\bar{o}} = (I_a + C_p + C_{\bar{c}} + C_n) \cdot 1,2 \quad (2)$$

где I_a - амортизационные отчисления;

C_p - стоимость ремонтов на 1 год из расчета на 1 ед. оборудования;

$C_{\bar{c}}$ - затраты на электроэнергию;

C_n - прочие затраты.

Годовые эксплуатационные затраты при использовании нового оборудования рассчитываются по формуле

$$I_a = C_{\bar{o}} \cdot H_a \cdot K_{cm} / 100 \quad (3)$$

где $C_{\bar{o}}$ - балансовая стоимость оборудования;

H_a - норма годовых амортизационных отчислений;

K_{cm} - коэффициент сменности оборудования.

Балансовая стоимость оборудования рассчитывается по формуле:

$$C_{\bar{o}} = 1,05 \cdot C_o \quad (4)$$

где C_o - оптовая цена единицы стоимость оборудования;

Коэффициент сменности оборудования рассчитывается по формуле:

$$K = C_o (1 + Z_m + Z_c + Z_n) + C_{подг} + C_{нир} \quad (5)$$

где C_o - оптовая стоимость единицы оборудования;

Z_m - затраты на транспортные операции;

Z_c - затраты на строительные работы;

Z_n - затраты на монтаж/демонтаж оборудования;

$C_{подг}$ - стоимость подготовительных работ для проведения НИР;

$C_{нир}$ - стоимость научно-исследовательских работ.

Таким образом, используя представленное выше выражение (1), возможно определение экономического эффекта в расчете на одну электроосмотическую сушику одной условной единицы оборудования по сравнению с применением иного метода осушения. Следует отметить, что при оценке экономической эффективности по данной методике, не принимаются во внимания такие факторы, как увеличение срока службы электродвигателя (в составе единицы оборудования); снижение длительности простоя электрооборудования, оказывающее влияние на выход готовой продукции основного производства; различие в трудоемкостях обслуживания сварочного трансформатора в составе установки по электроосмотическому обезвоживанию изоляции ЭД и источника питания, который применяется при ином методе сушки [5].

ИСТОЧНИКИ

1. Беллюстин С.З., Полянский В. В. Использование электроосмоса расширяется // Речной транспорт. 1977. С.36 - 37.
2. Винс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. М.: Энергия, 1970. - 376 с.
3. Воронин С.М. Условия увлажнения обмоток электродвигателей животноводческих объектов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1983. С.54 - 55.
4. Внедрение защиты от обрыва фазы погружных электродвигателей насосных скважин и электроосмотической сушки изоляции электродвигателей сельскохозяйственных объектов, обеспечивающих увеличение технического ресурса и экономию электроэнергии // Отчет по НИР № 1830015575. Вологда: 1985.
5. Воденисов Д.Я. Исследование влияния электроосмоса и ультразвука на изоляцию судового электрооборудования: Дис. канд. техн. наук. Горький, 1981. - 179 с.

УДК 621.313.333.2

Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Аннотация: Статья посвящена моделированию преобразователя частоты в качестве источника питания асинхронного электродвигателя. Поставленная цель достигалась путем моделирования в среде MATLAB/SIMULINK и проведения статистической обработки экспериментальных данных. Модель источника питания, воспроизводящего спектр сигнала представлена в виде параллельного соединения генераторов гармонических сигналов с разной частотой и амплитудой.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, осциллограмма, схема замещения, MATLAB, SIMULINK, компьютерное моделирование, спектр, источник питания, преобразователь частоты.

Использование для питания асинхронного двигателя частотного преобразователя приводит к искажению формы питающего напряжения и

вызывает изменение характеристик двигателя [1, 2]. Наибольшие трудности возникают при расчете добавочных электрических потерь от высших

гармоник тока. Совершенствование расчетных методик возможно только на основе экспериментальных исследований. Рассмотрена возможность определения параметров частотно-регулируемых двигателей на основе экспериментальных исследований, проведенных в лаборатории электрических машин Ижевской ГСХА (Россия) [3].

При выполнении исследований необходимо выяснить влияние формы выходного напряжения преобразователя частоты на потери в электродвигателе. Особенностью питания

электродвигателя от частотного преобразователя по сравнению с сетью переменного тока является сложный спектральный состав питающего напряжения с содержанием высокочастотных гармоник. Для исследования выбраны частоты 40Гц, 50Гц и 60Гц. Диапазон изменения выбранных частот соответствует диапазону изменения частоты на выходе преобразователя частоты серии MFC 311. Каждой частоте соответствует свой вариант модели. В данной статье рассмотрено построение модели источника питания частотой 50 Гц.

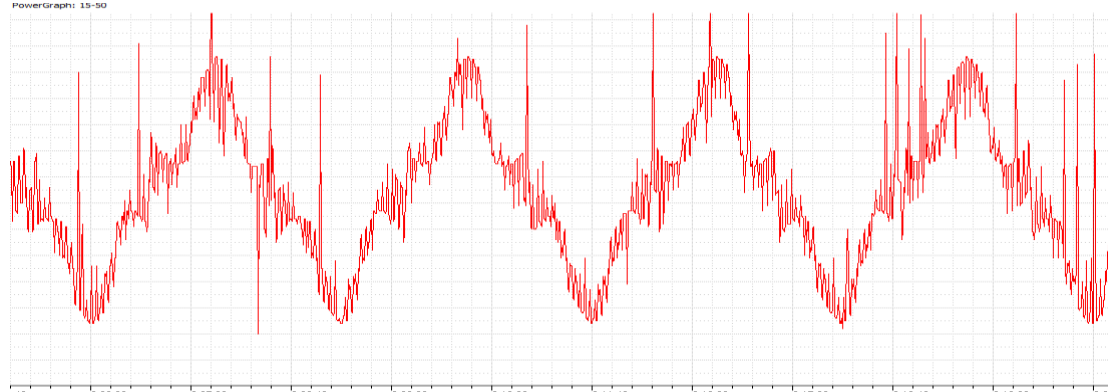


Рисунок 1 – Экспериментальная осциллограмма напряжения на выходе частотного преобразователя при частоте 50 Гц

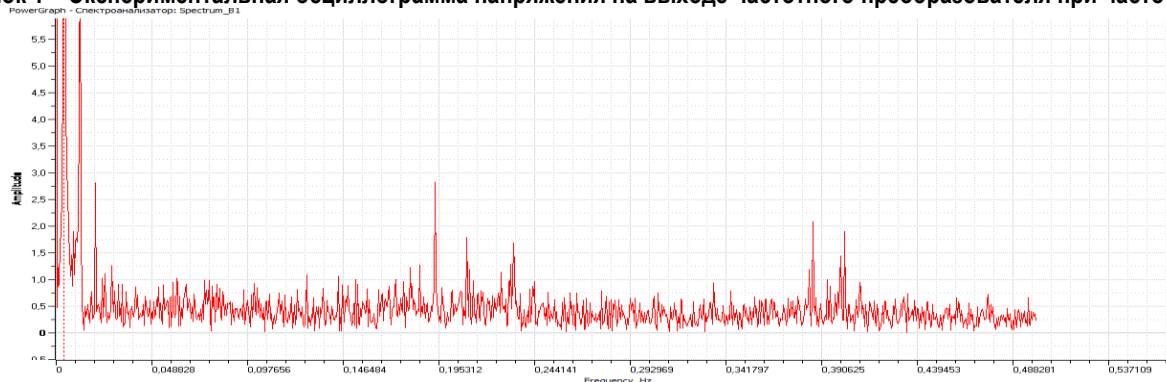


Рисунок 2 - Спектр напряжения двигателя 50 Гц

Для анализа спектра, использованы данные эксперимента частотно-регулируемого привода [3]. Анализировалась спектрограмма, полученная при испытании на частоте 50 Гц, приведена на рисунке 2. Регистрация напряжения осуществлялась на двухканальном компьютерном осциллографе фирмы Velleman типа PCS500. Для анализа записанных данных использовалось программное обеспечение PowerGraph (ООО «ДИСофт», Россия) [4]. На спектрограмме выделены важнейшие гармоники выходного сигнала и определены уровни этих гармоник в общем сигнале. Результаты приведены в таблице 1.

Модель источника питания, воспроизводящего спектр сигнала можно представить в виде параллельного соединения генераторов гармонических сигналов с разной частотой и амплитудой, такая модель приведена на рисунке 3.

Таблица 1 - Спектральный состав выходного сигнала частотно-регулируемого электропривода 50 Гц

Частота гармоник, Гц	Уровень гармоник, мм
50	31,081
150	7,384
250	2,811
2475	2,827
4943	2,089
5150	1,895

Каждый генератор гармонического сигнала настроен на определенную частоту и амплитуду выходного сигнала. Все сигналы генераторов суммируются, формируя выходной сигнал сложного спектра. Форма этого сигнала показана на рисунке 4.

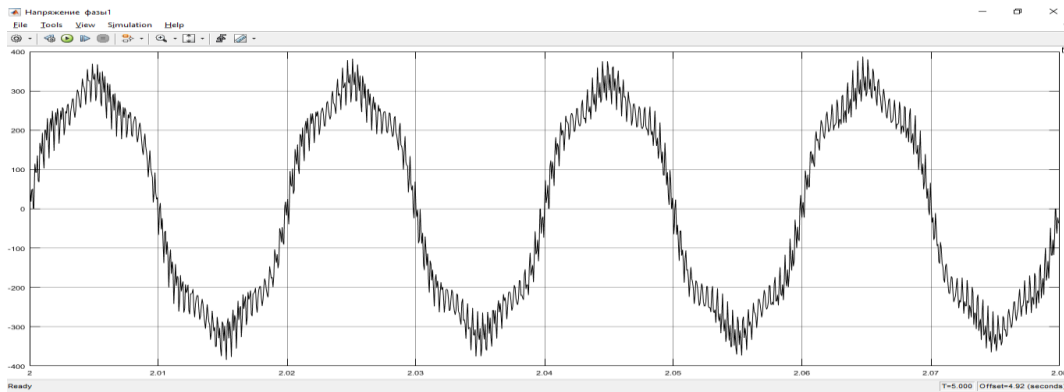


Рисунок 4 - Сигнал сложного спектра при уменьшенной нагрузке 50 Гц

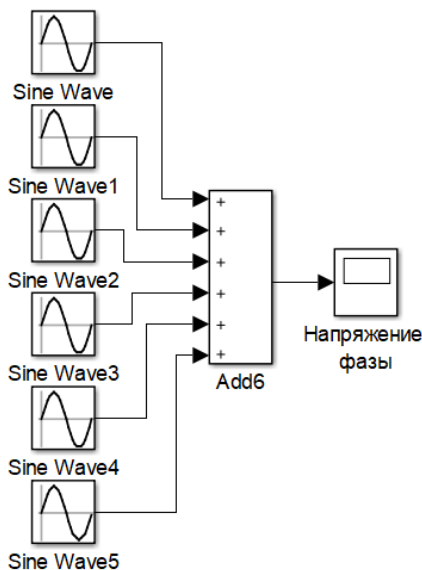


Рисунок 3 - Модель источника питания, воспроизводящего спектр сигнала частотного преобразователя 50Гц

Полученные экспериментальные данные можно использовать для определения влияние формы кривой напряжения на выходе преобразователя частоты на потери в двигателе. Полезной особенностью разработанной модели является возможность ее настройки на разную форму

УДК 631.171: 621.31: 633/635

С.В. Вендин

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина, п. Майский, Белгородская обл.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕДПОСЕВНОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований предпосевной обработки семян различных культур электромагнитным полем сверхвысокой частоты.

Ключевые слова: электромагнитное поле, сверхвысокая частота, СВЧ обработка семян, удельная мощность воздействия, экспозиция, скорость нагрева, температура нагрева.

Применению ЭМП СВЧ в различных технологических процессах для нагрева, сушки продуктов, электростимуляции, дезинфекции и дезинсекции семян, лечения животных, термической обработки кормов и т.д. посвящено довольно много исследований [1-3 и др.]. При этом прослеживается два основных направления технологического

выходного напряжения питания, в том числе по экспериментальным данным.

ИСТОЧНИКИ

1. Васильев Д.А., Пантелеева Л.А., Носков В.А. Повышение энергосбережения при применении частотных преобразователей. // Сборник: Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства Материалы Международной научно-практической конференции в 3-ех томах. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия". 2017. С. 238-241.
2. Электротехника: Учебное пособие для вузов. – В 3-х книгах. Книга III. Электропривод. Электроснабжение / Под редакцией П.А. Бутырина, Р.Х. Гафиятуллина, А.Л. Шестакова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 639 с.
3. Васильев Д.А., Пантелеева Л.А., Носков В.А. Исследование частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в лабораторных условиях. // Сборник: Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства Материалы Международной научно-практической конференции в 3-ех томах. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия". 2017. С. 235-237.
4. Программное обеспечение «PowerGraph» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.powergraph.ru/> (дата обращения: 13.03.2018).

воздействия: электродинамическое, обусловленное воздействием напряженности электромагнитного поля, и термическое, связанное с диэлектрическим нагревом биологических объектов и продуктов. Разделить эти эффекты практически невозможно, поскольку термическое действие связано с параметрами электромагнитного поля. Кроме того,

термическое воздействие электромагнитного поля существенно отличается от других видов нагрева (конвективный, теплопроводность, ИК-излучение и др.). В данном случае для прогнозирования эффекта возможно использование интегральных критериев [4].

В любом случае, производимый эффект будет зависеть от состояния продукта, его электрофизических, теплофизических свойств, а также от интенсивности воздействия и экспозиции. Интенсивность воздействия и экспозиция являются основными факторами, которые можно технически реализовать и учесть при проведении обработки. Конечная температура и скорость СВЧ нагрева являются производными факторами от интенсивности и экспозиции и могут легко контролироваться в процессе обработки, что создает условия для автоматизации процесса обработки.

Обработку продукта можно производить на конвейерной ленте, в объемном резонаторе, в герметичной камере, под излучателем и др. [5].

Для оценки и прогнозирования результата СВЧ обработки разработаны теория и математические методы анализа электродинамических и термических аспектов. Однако для их использования необходимо знание электрофизических и теплофизических

характеристик продукта. Кроме того, с учетом несовершенства формы объекта, результаты таких оценок могут иметь только приближенный характер, хотя и дают довольно верную картину процесса [6,7].

Для практического использования электрофизических методов, несмотря на многолетние исследования в различных странах, на настоящее время необходимо обязательное проведение экспериментальных исследований, результаты которых могут подтвердить или опровергнуть теоретические предположения и расчеты, а также стать основой для оценки рекомендуемых режимов обработки, разработки требований к оборудованию и рекомендаций по реализации разработанных технологий.

Результаты экспериментальных исследований по предпосевной СВЧ обработке семян различных культур СВЧ источником мощностью 0,5 кВт и частотой излучения 2450 ± 50 МГц проведенных в Белгородском ГАУ показали, что нет универсального режима для обработки семян различных культур.

Ниже в таблицах 1-4 приведены режимы СВЧ обработки семян и показатели всхожести (способность прорастания семян) для различных культур.

Таблица 1 - Обработка семян подсолнечника «Делия»

№	Уд. Мощ-сть, кВт/кг, $P_{уд}$	Экспоз., с, т	Нач. темпер.семян, $^{\circ}C$, t_0	Кон.темпер. семян, $^{\circ}C$, t_k	Скор. Нагр., $^{\circ}C$, Θ	Способность прорастания, %		
						1 пов	2 пов	сред
1	0,83	40(-)	22	38	0,40	80	82	81
2	1,17	40(-)	22	34	0,30	91	89	90
3	0,83	60(+)	22	46	0,40	90	90	90
4	1,17	60(+)	22	38	0,26	92	90	91
Контроль			-	-	-	90	92	91

Согласно полученным результатам предпосевная СВЧ обработка позволяет при определенных режимах повысить всхожесть культур (сахарная свекла «Новелла», соя «Ланцетная», кукуруза

«Сингента»). В то же время эти режимы не оказали заметного стимулирующего эффекта на такие культуры, как семена подсолнечника «Делия».

Таблица 2 - Обработка семян сахарной свеклы «Новелла»

№	Уд. Мощ-сть, кВт/кг, $P_{уд}$	Экспоз., с, т	Нач. темпер.семян, $^{\circ}C$, t_0	Кон.темпер. семян, $^{\circ}C$, t_k	Скор. Нагр., $^{\circ}C$, Θ	Способность прорастания, %		
						1 пов	2 пов	сред
1	0,83	40(-)	22	42	0,5	77	79	78
2	1,17	40(-)	22	31	0,23	84	82	83
3	0,83	60(+)	22	56	0,57	68	71	70
4	1,17	60(+)	22	34	0,20	79	79	79
Контроль			-	-	-	81	83	82

Таблица 3 - Обработка семян сои «Ланцетная»

№	Уд. Мощ-сть, кВт/кг, $P_{уд}$	Экспоз., с, т	Нач. темпер.семян, $^{\circ}C$, t_0	Кон.темпер. семян, $^{\circ}C$, t_k	Скор. Нагр., $^{\circ}C$, Θ	Способность прорастания, %		
						1 пов	2 пов	сред
1	0,83	40(-)	22	31	0,225	98	97	98
2	1,17	40(-)	22	35	0,325	94	96	95
3	0,83	60(+)	22	37	0,25	96	98	97
4	1,17	60(+)	22	36	0,23	98	98	98
Контроль			-	-	-	93	96	95

Таблица 4 - Обработка семян кукурузы «Сингента» №1»

№	Уд. Мощ-сть, кВт/кг, P _{уд}	Экспоз., с, т	Нач. темпер.семян, °С, t ₀	Кон.темпер. семян, °С, t _к	Скор. Нагр., °С, Θ	Способность прорастания, %		
						1 пов	2 пов	сред
1	0,83	40(-)	22	35	0,33	90	89	90
2	1,17	40(-)	22	46	0,60	88	90	89
3	0,83	60(+)	22	48	0,43	87	84	86
4	1,17	60(+)	22	68	0,77	82	80	81
	Контроль		-	-	-	86	88	87

Однако эффект стимуляции может проявиться на повышении урожайности в полевых условиях [8]. Нельзя не учитывать также, что несоблюдение режимов СВЧ обработки может приводить к угнетающему воздействию, как это наблюдается в отдельных точках эксперимента практически на всех культурах.

ИСТОЧНИКИ

1. Бородин, И.Ф. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ обработки [Текст]/ И.Ф. Бородин, С.В. Вендин, А.Д. Горин// Российская сельскохозяйственная наука.- № 2, 1993. - С. 92.

2. Вендин, С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем [Текст]/ С.В. Вендин// Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 1 (1). С. 4-10.

3. Вендин, С.В. Регрессионный анализ влияния удельной СВЧ мощности и экспозиции, скорости и конечной температуры нагрева на предпосевную обработку семян пшеницы [Текст]/ С.В. Вендин //Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 2 (6). С. 9-13.

4. Вендин, С.В. Интегральная оценка температурного действия на семена [Текст]/ С.В. Вендин //Техника в сельском хозяйстве. -№ 3, 1995. - С. 31.

5. Вендин, С.В. К расчету распространения электромагнитного импульса при СВЧ обработке

диэлектрических сред [Текст]/ С.В. Вендин, И.А. Щербинин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.- № 2, 2015.- С. 204-206.

6. Вендин, С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян. [Текст] /С.В. Вендин.- М.: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2015. 137 с. ISBN-online 978-5-905563-38-6.

7. Вендин, С.В. Теория и математические методы анализа тепловых процессов при СВЧ обработке семян [Текст] /С.В. Вендин.- М.: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2016. 143 с.

8. Вендин, С.В. Результаты экспериментальных исследований по предпосевной обработке семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ [Текст]/ С.В. Вендин// Инновации в сельском хозяйстве.- 2016. № 1 (16).- С. 73-77.

УДК 620.91

Ю.А. Возжанникова, А.С. Ижевский

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОСКИХ И ВАКУУМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ И КОНСТРУКТИВНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ

Аннотация. В статье рассмотрен принцип работы солнечного коллектора. Приводятся конструктивные особенности разных видов коллекторов, технические характеристики некоторых производителей.

В настоящее время применение альтернативных источников энергии является одним из перспективных направлений. Связано это с экологичностью, возобновимостью ресурсов, а также со снижением стоимости относительно традиционных методов получения электроэнергии. На сегодняшний день активно разрабатываются и совершенствуются устройства для использования альтернативной энергии. Наиболее актуальной и простой установкой является солнечный коллектор.

Солнечный коллектор – это устройство, которое преобразует солнечную энергию в тепловую. Существует несколько видов солнечных коллекторов, наиболее популярными являются плоские и вакуумные.

Главной составной частью плоского солнечного коллектора является абсорбер. Абсорбер представляет собой металлическую пластину со

специальным покрытием, которое обеспечивает максимальное поглощение солнечной энергии.

Принцип работы плоского солнечного коллектора основан на парниковом эффекте. Данный принцип заключается в том, что солнечное излучение, которое падает на поверхность коллектора пропускается стеклом, в связи с этим достигается накопление солнечной энергии. Теплота к теплоносителю передается с помощью элементов конструкции, которые чаще всего выполнены из алюминия или меди.

Конструкция плоского солнечного коллектора представлена на рисунке 1.

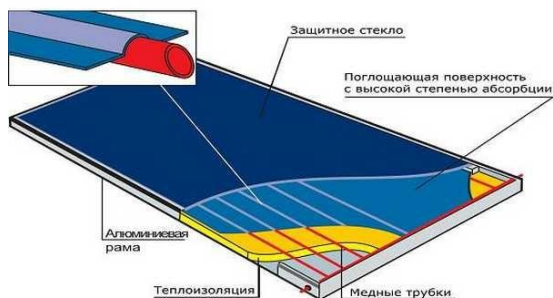


Рисунок 1 – Плоский солнечный коллектор

Вакуумный солнечный коллектор (рис.2) состоит из так называемых тепловых трубок и по своей конструкции, напоминает термос.

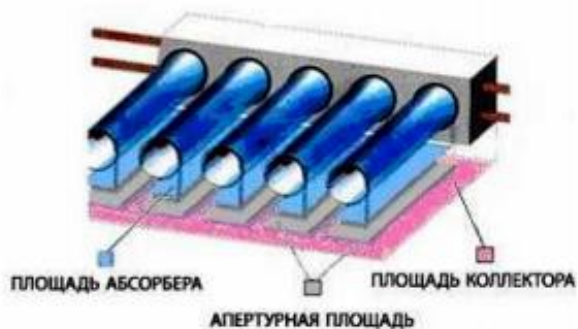


Рисунок 2 – Конструкция вакуумного солнечного коллектора

Основой конструкции является трубчатая система изоляции медного абсорбера. Иными словами, каждая медная трубка, которая вставлена в

Таблица 1 – Зарубежные производители солнечных коллекторов

Компания	Страна	Тип коллектора	Технические характеристики	Средняя стоимость	Срок эксплуатации
GREE None TEC	Австрия	вакуумный	Материал поглощающей панели – сплав меди и алюминия; габаритные размеры – 1730x1170x83 мм ; мощность коллектора составляет 1,8 – 1,9 кВт; масса коллектора – 35 кг; количество вакуумных трубок – 10 шт.	400 – 550 долларов	25 лет
Viessmann	Германия	плоский	Коллектор с медным поглотителем и высокоэффективным гелиотитановым покрытием. Габаритные размеры – 1056x2380x90 мм; КПД – 81 %. Объем жидкости теплоносителя – 1,83. Масса – 52 кг.	700 – 850 долларов	25 лет
		вакуумный	Габаритные размеры 1418x2031x143 мм; КПД 78 – 80%; масса 33-37 кг;	1300 – 2000 долларов	25 лет
«Guangdong Fivestar Solar Energy Co., Ltd»	Китай	вакуумный	Габаритные размеры – от 2020x1240x180 до 2020x2440x180 мм; Масса – 51,0 – 97,0 кг	440 – 880 долларов	25 лет

Таблица 2 – Отечественные производители плоских и вакуумных солнечных коллекторов

Название фирмы	Наименование коллектора (серия)	Тип коллектора	Технические характеристики	Средняя стоимость	Срок эксплуатации
Новый полюс	ЯSolar	плоский	Корпус выполнен из алюминия. Трубчатая конструкция оснащена двойным слоем изолирующих материалов, что позволяет использовать устройство при низких температурах окружающей среды. Коллектор вырабатывает до 9 кВт тепловой энергии в час. При этом КПД достигает 83% и более процентов. Габаритные размеры: 2070x1070 x103 мм. Масса коллектора – 37 кг.	200-400 долларов	20 лет
Альт-Энергия	Eraslan	плоский	Корпус выполнен из алюминия, защитное покрытие – поликарбонат с УФ защитой. КПД достигает до 90 % при максимальной солнечной	270-495 долларов	20 лет

запаянный по концам стеклянный сосуд цилиндрической формы и имеющая свою собственную изоляцию. Материалом теплоизоляции в данном коллекторе является вакуум. Так как вакуум не проводит тепла, то, следовательно, тепловые потери данного коллектора сводятся к минимальному значению.

Данный факт позволяет обеспечить высокий КПД коллектора даже при слабом солнечном излучении в облачный день.

Поэтому вакуумные солнечные коллекторы производят в среднем на 30-40% больше тепловой энергии в течение всего года по сравнению с другими видами солнечных коллекторов.

В мире производством солнечных коллекторов занимается достаточно много компаний. Рассмотрим самые крупные зарубежные фирмы по производству солнечных коллекторов, и для удобства представим их в Таблице 1.

В России также производством солнечных коллекторов занимается несколько компаний. Рассмотрим крупных отечественных производителей плоских и вакуумных коллекторов, и для наглядности представим их в таблице с основными техническими характеристиками.

Название фирмы	Наименование коллектора (серия)	Тип коллектора	Технические характеристики	Средняя стоимость	Срок эксплуатации
			активности. Габаритные размеры: 1940x940x100 мм. Масса коллектора – 32 кг.		
	SunRain	вакуумный	Материал трубок – высококачественное боро-силикатное стекло. Производит тепловую мощность 1 – 2 кВт/час. КПД коллектора 95%. Габаритные размеры: 2420x2010x145 мм. Масса – 106 кг.	350-600 долларов	20-25 лет
НПО Машиностроения	«Сокол-Эффект-А»	Плоский	Материалом поглощающей панели является алюминий. Мощность коллектора 1,5 кВт/ч. Достигает КПД 82%. Габаритные размеры коллектора: 2008x1093x76,7 мм. Масса – 32кг.	300-365 долларов	20 лет
	«Сокол-Эффект»	вакуумный	Материал поглощающей панели – медь или алюминий; мощность 1,5 кВт; КПД составляет 80-82%. Габаритные размеры коллектора 2008x1093x76,7 мм. Масса – 36кг.	300-465 долларов	20 лет

Исходя из основных характеристик, срока эксплуатации, КПД, а также средней стоимости коллекторов можно сделать вывод о том, что солнечные коллекторы зарубежного производства дороже отечественных, но у них и срок эксплуатации выше (в среднем 25 лет), КПД в среднем ненамного отличается.

Таким образом был проведен общий обзор плоских и вакуумных солнечных коллекторов отечественных и зарубежных производителей. Выбор широкий, но вопрос стоит в достоверности качества оборудования, которые предлагают производители согласно их техническим параметрам.

ИСТОЧНИКИ

1. Лапина С.Д., Поспелова И.Ю. Солнечные коллекторы как альтернативные источники энергии // Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов. Сборник статей Международной научно-практической конференции. (25 декабря 2017г., г. Омск) / Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С.110-111.

2. Корнилова М.В., Антончик Т.В. Плоский солнечный коллектор, как один из альтернативных вариантов преобразования солнечной энергии // Новые задачи технических наук и пути их решения. Сборник статей Международной научно-практической конференции. (13 мая 2017г., г. Самара). / Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 150-152.

3. Нурманов М.Е. Сравнение плоских и вакуумных солнечных коллекторов // Аллея Науки. Научно-практический электронный журнал, №10 / 2017, С. 231-234.

4. Сравнение конструкций различных солнечных коллекторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: - <http://www.newpolus.ru/info/sravnienie-konstruktsiy-razlichnykh-solnechnykh-kollektorov/> (дата обращения 07.04.2018)

5. Вакуумный солнечный коллектор [Электронный ресурс]. [https://alter220.ru/solnce/vakuumnyi-solnechnyj-kollektor.html# GREENoneTEC](https://alter220.ru/solnce/vakuumnyi-solnechnyj-kollektor.html#GREENoneTEC) (дата обращения 09.04.2018)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ю.А. Возжанникова, студентка 1 курса магистратуры
А.С. Ижевский, научный руководитель доцент, к.с.-х.н.

УДК 315.322.365

А.В. Волгин А.В, Е.А. Четвериков Е.А, А.Е. Шестаев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОВОДИМОСТИ ПЛОДОВ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ

Аннотация. В статье приведена методика определения электрофизических параметров плодов, имеющих сложную структуру.
Ключевые слова: СВЧ сушка, электрофизические параметры, микроволновое поле, диэлектрическая проницаемость

Повышенный рост внимания к процессам сушки пищевых продуктов поставил перед перерабатывающей промышленностью проблему создания более прогрессивных техно-логий сушки, к которым относится воздействие электромагнитного поля СВЧ [1, 4, 5, 6].

Для создания таких технологий, т.е. сушки с применением СВЧ, следует определить электрофизические параметры (ЭФП) обрабатываемого материала.

В большей своей массе сушке подвергаются пищевые продукты, имеющие сложную гетерогенную

систему. Сложность заключается в том, что, если для простых смесей можно путем различных энергетических воздействий создать условия для равномерного распределения j-ой компоненты, то для плода с твердой структурой внутри и мякотью вокруг это неприемлемо. Все методики для расчета $\text{tg}\delta$ и ϵ' , отмеченные выше, дают существенную погрешность. Поэтому, для таких систем предлагается следующая методика расчета ЭФП [2, 5].

Плод фрукта рассматривается как система в виде последовательно соединенных элементов: мякоть – косточка с ядром – мякоть (рис.1.). Для таких

продуктов можно использовать схему замещения с последовательным соединением [1, 3].

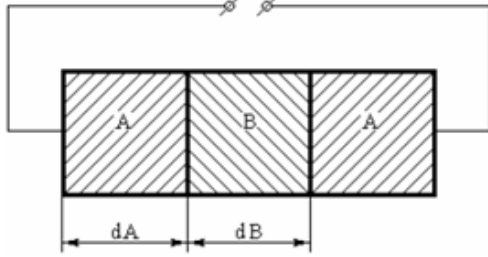


Рисунок 1. Схема замещения бобкового плода; А – мякоть, В – косточка с ядром.

Общую мощность, подводимую к диэлектрику, можно выразить как:

$$P = P_a + P_p, \quad (1)$$

где P_a – активная составляющая мощности, а P_p – реактивная.

Величины этих мощностей определяются как сумма величин мощностей каждого из компонентов W_j , входящих в состав бобкового плода.

$$\text{Для активной} \quad P_a = \sum_{j=1}^n W_j', \quad (2)$$

$$\text{для реактивной} \quad P_p = \sum_{j=1}^n W_j'' \quad (3)$$

Тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$ с учетом известных формул, а также (2, 3), можно представить как:

$$tg\delta_{\text{м}} = \frac{W_j'}{W_j} \quad (4)$$

Используя выражения (4) и проведя несложные математические преобразования, получим выражения для определения $tg\delta$ с учетом n значений $tg\delta$ j -ой компоненты.

$$tg\delta_{\text{м}} = \frac{\sum_{j=1}^n W_j'}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (5)$$

Исходя из этой формулы и заменяя активную и реактивную мощности через $tg\delta$ [2] для компонентов А и В, подставляя емкости этих компонентов для последовательного соединения слоев (C'_a , C'_b), получим:

$$tg\delta_{\text{м}} = \frac{\frac{I^2}{\omega C'_a} \cdot tg\delta_a + \frac{I^2}{\omega C'_b} \cdot tg\delta_b + \frac{I^2}{\omega C'_a} \cdot tg\delta}{\frac{I^2}{\omega C'_a} + \frac{I^2}{\omega C'_b} + \frac{I^2}{\omega C'_a}} \quad (6)$$

Если обозначить объемные концентрации компонентов через a и b (для нашего случая $2a + b = 1$), то

$$\frac{C_a}{C_b} = \frac{b\varepsilon'_a}{2a\varepsilon'_b} \quad (7)$$

Обозначив через $a/b = \mu$ и $\varepsilon'_a/\varepsilon'_b = \eta$ и, допуская, что каждый отдельно взятый слой можно представить

как ячейку с параллельной схемой замещения и выражая $tg\delta_{\text{см}}$ через емкости этих слоев:

$$C = \frac{C'}{1 + tg\delta_{\text{м}}} \quad (8)$$

$$tg\delta_{\text{м}} = \frac{2tg\delta_a}{2 + \mu\eta \frac{1 + tg^2\delta_a}{1 + tg^2\delta_b}} + \frac{tg\delta_b}{\frac{2}{\mu\eta} \cdot \frac{1 + tg^2\delta_a}{1 + tg^2\delta_b} + 1} \quad (9)$$

Исходя из этой формулы и заменяя активную и реактивную мощности через $tg\delta$ [2] для компонентов А и В, подставляя емкости этих компонентов для последовательного соединения слоев (C'_a , C'_b), получим:

$$tg\delta_{\text{м}} = tg\delta_a + \frac{\mu\eta(tg\delta_b \cdot tg\delta_a)}{2 + \mu\eta} \quad (10)$$

Диэлектрическая проницаемость системы при последовательном соединении слоев может быть найдена с помощью формулы для последовательного соединения конденсаторов при учете, что емкости этих конденсаторов C_a , C_b зависят от угла потерь и определяются через C'_a , C'_b емкости при параллельном соединении.

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C'_a} + \frac{1}{C'_b} + \frac{1}{C'_a} \quad (11)$$

Принимая, что площади контактных слоев одинаковы, объемные концентрации могут быть определены по выражениям:

$$a = \frac{d_a}{2d_a + 2d_b} \quad \text{и} \quad b = \frac{d_b}{2d_a + 2d_b} \quad (12)$$

Выражая относительные диэлектрические проницаемости ε'_a - слоя А, ε'_b - слоя В и $\varepsilon'_{\text{см}}$ - смеси через соответствующие емкости и используя (10), (11) и (12), получим выражения для расчета $\varepsilon'_{\text{см}}$.

$$\varepsilon'_{\text{м}} = \frac{\varepsilon'_a \varepsilon'_b}{2a\varepsilon'_a + b\varepsilon'_b} \quad (13)$$

ИСТОЧНИКИ

1. Усанов К.М., Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Каргин В.А. Оценка целесообразности сушки обмотки линейного электромагнитного двигателя полем СВЧ // Аграрный научный журнал, Саратов, №9, 2015 – с.60-62.
2. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Каргин В.А. Совершенствование установки сушки рапсовки за счет автоматизации процесса измерения влажности // Аграрный научный журнал, Саратов, №7, 2015 - с.52-55.
4. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Лягина Л.А. Совершенствование способов возбуждения электромагнитного поля СВЧ-диапазона в установках сушки сельскохозяйственной продукции стационарного типа // Аграрный научный журнал, Саратов, №6, 2016 – с.70-72.
5. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Лягина Л.А. Микроволновое и инфракрасное излучение в технологиях сушки продукции растительного происхождения // Монография, Саратов, 2016.
6. Лягина Л.А., Волгин А.В., Белов В.В., Моисеев А.П., Четвериков Е.А. Повышение экологичности и эффективности сушки растительного сырья электронагревателем // Известия Международной академии аграрного образования, №38, 2018 – с.14-19.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ЗЕРНА МИКРОВОЛНОВЫМ ПОЛЕМ

Аннотация. В работе приводятся результаты экспериментальных исследований по выбору оптимальных соотношений параметров комбинированной микроволново-конвективной сушки.

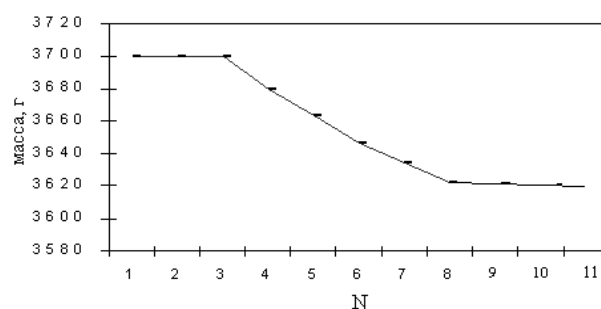
Ключевые слова: СВЧ сушка, зерновая продукция, микроволновое поле

В ряде работ [1, 2, 3] показано, что при различных комбинациях микроволновой и тепловой энергии, действующих на объект, возможно снижение энергоемкости на 6-7% процесса сушки по сравнению с действием какого-либо одного из энергетических потоков.

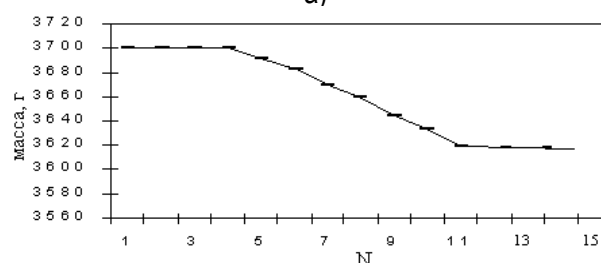
В настоящей работе приводятся результаты экспериментальных исследований по выбору оптимальных соотношений параметров комбинированной микроволново-конвективной сушки.

Первоначальные исследования проводились с целью изучения процесса сушки с использованием одного из энергетических потоков. При использовании для сушки конвективной энергии (рис. 1, а), процесс шел равномерно, но влажность на уровне 6-7% так и не была достигнута, а энергоемкость составляла по всему пройденному диапазону 11 кВт*ч/кг, что в 15 раз выше минимально возможного физического предела энергоемкости процесса сушки - 0,73 кВт*ч/кг [4].

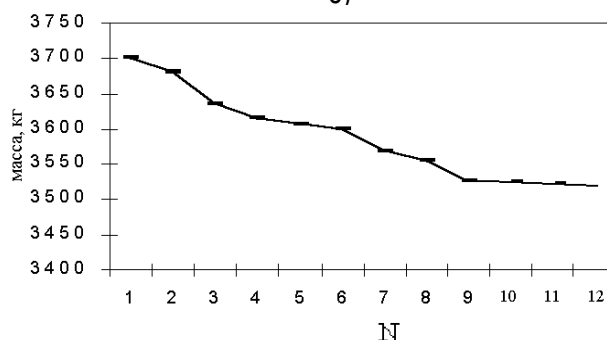
На рис. 1а представлена динамика изменения массы высушиваемого объекта с начальной массой 3700 г в процессе конвективной сушки. Здесь N – номер замера, время конвективного воздействия между которыми составляет 100 секунд. При воздействии СВЧ энергии также были получены высокие конечные значения влажности (рис. 1, б), а энергоемкость процесса, несмотря на известное преимущество [1, 2] селективного выделения энергии, была получена еще большая, чем при воздействии на объект конвективной энергии и составляла 13 кВт*ч/кг, что объясняется созданием запирающего слоя из влаги препятствующей выходу на поверхность следующей порции и не сдуваемой потоком воздуха. Первый же эксперимент, проведенный в условиях комбинации воздействий микроволновой и тепловой энергии (рис. 1в), показал возможность понижения влажности объекта ниже заданного уровня – 4-5%. Одновременно была в 4 раза снижена энергоемкость процесса обезвоживания. В этом эксперименте время воздействия каждого из энергетических потоков выбиралось равным в каждом цикле.



а)



б)



в)

Рисунок 1 Динамика изменения массы высушиваемого объекта

В последующих экспериментах проводилась оптимизация времени и энергии, затраченной на обезвоживание. Экспериментально определена рациональная конфигурация установки комбинированного типа, в которой высушиваемый объект, поочередно проходя секции микроволнового и конвективного нагрева, получал требуемую дозу микроволновой энергии, что способствовало выходу влаги наружу, после чего выделенную влагу с поверхности объекта выносил теплый воздух. После реализации трех циклов последовательного микроволнового и конвекционного воздействия достигалась необходимая влажность объекта при значительной экономии энергоемкости процесса сушки.

Таблица 1. Параметры зон воздействия

Исходная влажность, %	Наименование параметров	№ зоны воздействия					
		1	2	3	4	5	6
11%	Суммарная мощность СВЧ энергии, кВт	8	-	8	-	4	-
	Моделируемая длина зоны воздействия, см	160	120	160	120	80	120
	Суммарная мощность нагретого воздуха, кВт	-	1,5	-	1,5	-	1,5
	Расход нагретого воздуха, м ³ /ч	-	800	-	800	-	800
13%	Суммарная мощность СВЧ энергии, кВт	8	-	6	-	6	-
	Моделируемая длина зоны воздействия, см	160	120	120	120	120	120
	Суммарная мощность нагретого воздуха, кВт	-	1,5	-	1,5	-	1,5
	Расход нагретого воздуха, м ³ /ч	-	800	-	800	-	800
15%	Суммарная мощность СВЧ энергии, кВт	8	-	6	-	6	-
	Моделируемая длина зоны воздействия, см	160	120	160	120	80	120
	Суммарная мощность нагретого воздуха, кВт	-	4	-	4	-	4
	Расход нагретого воздуха, м ³ /ч	-	800	-	800	-	800

Лучшие результаты были получены при соотношении параметров энергетических воздействий в каждом из циклов, приведенных в таблице 1. Для всех трех начальных значений влажности величина энергоёмкости процесса составляла не более 2,0 кВт*ч/кг по испаряемой влаге.

На основании таблицы 1 был выбран общий режим для обезвоживания объектов различной начальной влажности и соответственно единая конфигурация пространства взаимодействия, что важно в плане принципиальной возможности создания и практической реализации сушильного оборудования, предназначенного для сушки объектов различной начальной влажности. При этом на основе полученных результатов достаточно просто

осуществлять выбор длины участков сушильных зон оборудования, в которых движение через рабочую камеру объектов, подвергаемых последовательному многократному воздействию микроволнового излучения и энергии нагретого воздуха, осуществляется с постоянной по модулю и вектору скоростью. Разработанная по предварительным результатам экспериментов установка, характеризующаяся соотношением параметров, представленным в табл.1, была апробирована в процессе сушки семян расторопши с начальной влажностью 10-12%. При этом регулировка скорости потока сушимых объектов позволила получить конечную влажность 6,5% при средней энергоёмкости процесса 1,98 кВт*ч/кг по испаряемой влаге. Производительность такой установки составила от 250 кг/ч при влажности 12%, до 280 кг/ч, при начальной влажности 11,2%.

ИСТОЧНИКИ

1. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Лягина Л.А. Микроволновое и инфракрасное излучение в технологиях сушки продукции растительного происхождения.// Монография, Саратов, 2016.
2. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Лягина Л.А. Совершенствование способов возбуждения электромагнитного поля СВЧ-диапазона в установках сушки сельскохозяйственной продукции стационарного типа// Аграрный научный журнал, Саратов, №6, 2016 – с.70-72.
3. Четвериков Е.А., Асеев К.В. Электродинамические и тепловые свойства СВЧ нагревательных установок стационарного типа при различных способах возбуждения электромагнитного поля в рабочей камере.// Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы VII Международной научно-практической конференции – Саратов: Издательство «Буква», 2016. – с. 242-244
4. Лягина Л.А., Волгин А.В., Белов В.В., Моисеев А.П., Четвериков Е.А. Повышение экологичности и эффективности сушки растительного сырья электронагревателем // Известия Международной академии аграрного образования, №38, 2018 – с.14-19.

УДК 621.313.333

В.С. Воякин, С.Н. Воякин

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Известно, что более 60% всей вырабатываемой электроэнергии потребляется электрическим приводом из них около 30% - это электропривод центробежных механизмов: насосов, вентиляторов, компрессоров и т.д. - с обязательным регулированием производительности.

Наиболее простым в реализации является, способ регулирования с помощью задвижек, вентилях, клапанов – путем введения их в нагнетающую магистраль, но весьма не экономичным, так как при этом изменение характеристик расход-давление трубопровода (магистрала) достигается за счет возрастания потерь в системе, а не за счет уменьшения мощности центробежного механизма. Наиболее перспективным регулированием

производительности является электрический способ, т.е. изменением скорости вращения асинхронного двигателя в энергосберегающем режиме. При таком переходе экономический эффект появляется за счет улучшения эксплуатационных характеристик технологического оборудования и обеспечивает снижение в среднем на 20 – 30% расхода электроэнергии, потребляемой электроприводами [1].

Технически это реализуется включением между сетью и двигателем управляемого электрического преобразователя, воздействующего на скорость вращения двигателя, благодаря чему исключается необходимость использования других энергетических регулирующих средств.

$$P_{\text{мех}} = M \cdot \omega \quad (1)$$

В качестве электрических регуляторов применяют – преобразователи частоты (ПЧ) для более глубокого регулирования.

Принцип данного метода заключается в том, что изменяя частоту f_1 питающего АД напряжения, можно в соответствии с выражением угловой частоты вращения магнитного поля статора изменять его скорость, получая при этом искусственные характеристики

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_1 / p \quad (2)$$

При регулировании частоты возникает также необходимость регулирования амплитуды напряжения источника, что следует из выражения

$$U_1 \approx E_1 = k \cdot \Phi \cdot f_1 \quad (3)$$

Из приведенного выражения (3) следует, что если при неизменном напряжении источника питания U_1 изменять частоту, то магнитный поток асинхронного двигателя будет изменяться обратно пропорционально частоте. Так, при уменьшении частоты поток возрастает и это приводит к насыщению стали двигателя, и как следствие, к резкому увеличению тока намагничивания и превышению температуры двигателя; при увеличении частоты f_1 поток будет уменьшаться, и как следствие, будет уменьшаться допустимый момент.

Для наилучшего использования АД и получения высоких энергетических показателей его работы – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности необходимо регулировать напряжение одновременно в функции частоты и нагрузки, что реализуемо только в замкнутых системах электропривода. В разомкнутых системах напряжение регулируется лишь в функции частоты по закону, зависящему от вида нагрузки.

Частотное регулирование угловой скорости является экономичным, так как управление двигателем производится при малых скольжениях. Кроме того, при частотном управлении, может достигаться минимум потерь в АД или минимум потребляемого двигателем тока или экстремума других энергетических показателей.

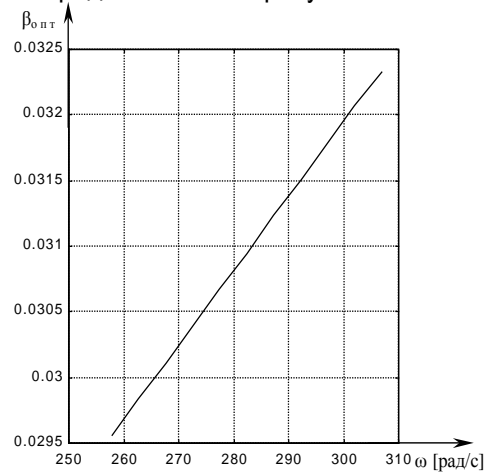
Для частотного способа управления на примере асинхронного двигателя 4А80В2УЗ ($P_n = 2,2 \text{ кВт}$) и вентиляторном моменте на валу, потери мощности определяются значением абсолютного скольжения β . С другой стороны, сам режим на валу является функцией управляющих воздействий на двигатель (напряжения или ток и частоты). Закон управления двигателем, обеспечивающий минимум потерь при вентиляторном моменте на валу, определяет величину напряжения (тока), при котором значение абсолютного скольжения β соответствует минимуму потерь мощности [2]

$$\frac{d\Delta P}{d\beta} = M_c \cdot \omega_{\text{ин}} \cdot \left(C_1 \cdot \beta + \frac{C_2}{\beta} + \alpha \cdot (1 + \alpha \cdot k_{\text{см}}) \cdot \left(C_3 \cdot \beta + \frac{C_4}{\beta} \right) \right), \quad (4)$$

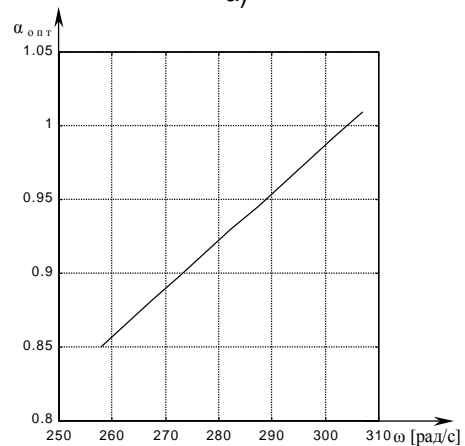
где $\alpha = \beta + \dot{\omega}$;

$\dot{\omega}$ – относительная скорость при $\omega_{\text{мин}}$ и ω_{max} .

Продифференцировав выражение относительно β , получим уравнение четвертого порядка, которое решается численным методом при помощи MATLAB. Зависимости оптимального абсолютного скольжения и относительной частоты от угловой скорости вращения представлены на рисунке 1.



а)



б)

Рисунок 1. Зависимость оптимального абсолютного скольжения (а) и оптимальной относительной частоты (б) от угловой скорости вращения

При уменьшении угловой скорости вращения (рис. 1), оптимальная относительная частота α и оптимальное абсолютное скольжения в режиме минимума потерь уменьшается.

Оптимальные потери мощности при оптимальном абсолютном скольжении и оптимальной относительной частоте, представлены на рисунке 2. Из которого видно, что потери в двигателе при управлении по минимуму потерь в зависимости от угловой скорости вращения – уменьшаются.

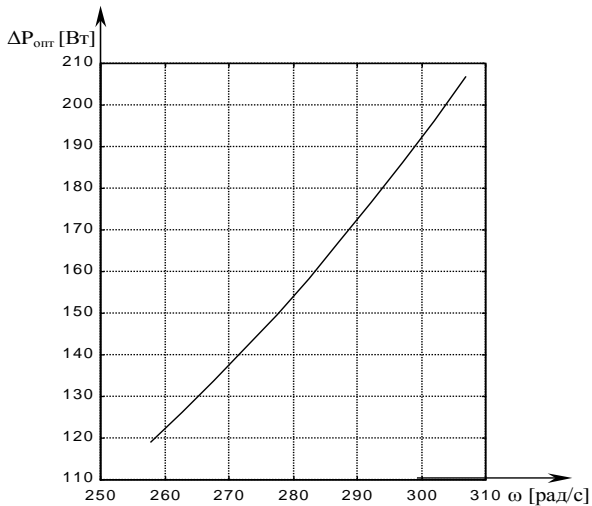
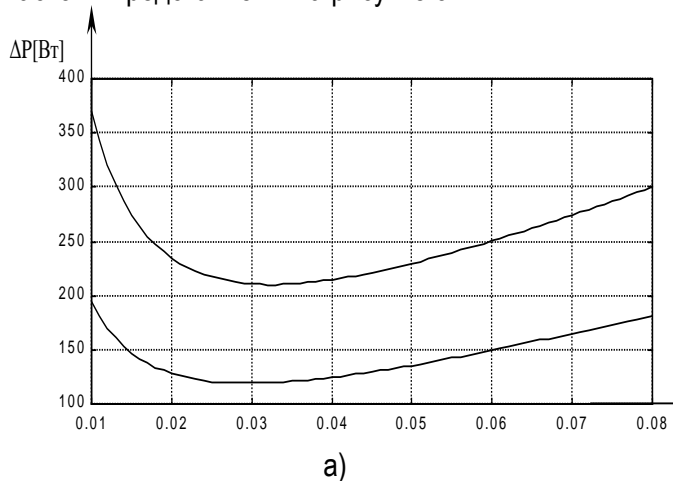


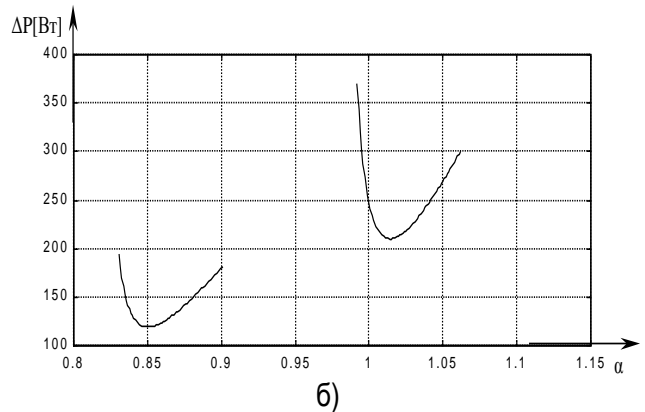
Рисунок 2. Зависимость оптимальных потерь мощности от угловой скорости вращения

$$\Delta P_{opt} = f(\omega) \text{ (от } \omega_{min} \text{ до } \omega_{max} \text{)}$$

Потери мощности при угловых скоростях ω_{min} , ω_{max} от абсолютного скольжения и от относительной частоты представлены на рисунке 3.



а)



б)

Рисунок 3. Зависимость абсолютного скольжения (а) и относительной частоты (б) от потерь мощности. Из выражения (4) и рисунка 3 видно, что при каждой угловой скорости из интервала (от ω_{min} до ω_{max}) существует оптимальное абсолютное скольжение и оптимальная относительная частота.

Проведенные исследования показали, что частотное управление позволяет регулировать скорость вращения и обеспечивать энергосберегающие режимы работы автоматизированного электропривода (АЭП) с насосными установками. Режим энергосбережения позволяет минимизировать потери мощности. Сущность такого управления в установившемся режиме состоит в поддержании оптимального абсолютного скольжения определяемого электрическими параметрами двигателя и относительной частотой. При таком управлении для каждой скорости ЭП существует такое соотношение β и α , которое даст минимум потерь мощности.

ИСТОЧНИКИ

1. Ильинский Н.Ф. Энергосбережение в электроприводе / Н.Ф.Ильинский, Ю.В.Рожаковский, А.О.Горнов. - М.: Высшая школа, 1989. - 180 с.
2. Сарбатов Р.С, Богаченко Д.Д. Экстремальный регулятор для электроприводов переменного тока с непрерывными обратными связями. // Сборн. Научн.трудов. - МЭИ №152 1986.

УДК 631.171

Е.А.Галактионов

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация: В данной статье сделан обзор существующих видов систем вентиляции животноводческих помещений.

Ключевые слова: микроклимат, животноводство, вентиляция, воздухообмен, температура, влажность, аммиак.

К главным требованиям, предъявляемым к системам вентиляции, является обеспечение наиболее совершенного, с экономической и микрофизиологической точки зрения, аэрации.

По принципу действия и конструктивным особенностям различают системы вентиляции следующих типов:

- естественная,

- с механическим притоком воздуха – принудительная,

- комбинированная

При естественной вентиляции воздухообмен совершается через щели в стенах, поры строительных материалов, потолка, дверях, неплотности окон, то есть, без применения искусственных каналов и побудителей. Причиной

воздухообмена в помещении в данном случае является разницей давлений наружного и внутреннего воздуха, возникающая вследствие скорости напора ветра, а также в результате различия температур внутреннего и наружного воздуха и, следовательно, разности объемных весов воздуха.

Вытяжная система механической вентиляции основана на принудительном удалении из помещения отработанного воздуха и свободном притоке свежего через специальные приточные проемы, неплотности в наружных ограждениях, окна, ворота, двери или пористые панели в стенах.

В приточной системе механической вентиляции наружный воздух подают принудительно в верхнюю часть помещения, а внутренний воздух под воздушным напором удаляется через вентиляционные отверстия, расположенные в нижней части стены, или через вентиляционные каналы, установленные в верхней части навозных каналов. Эта система хороша тем, что приточный воздух можно подогревать или охлаждать, очищать от пыли, увлажнять.[1]

При недостаточном воздухообмене создается неудовлетворительный температурно-влажностный режим, что приводит к повышению затрат кормов на единицу продукции, снижению продуктивности животных, преждевременной их выбраковке и, как следствие, большим экономическим потерям.

Вентиляция животноводческих помещений служит для обеспечения сменяемости влажного и загазованного воздуха на свежий приточный воздух. В тепловом отношении для условий зимы такая замена не является эквивалентной. Взамен «плохого», но теплого воздуха поступает «хороший», но холодный воздух. Поэтому в случае применения традиционных систем искусственной вентиляции для поддержания теплового баланса помещения необходимо подогревать приточный воздух, на что затрачивается значительное количество дорогостоящей энергии.[2]

Излишне большой воздухообмен вызывает сквозняки в помещении, отрицательно влияющие на здоровье и продуктивность животных, ведет к перерасходу электроэнергии и теплоты на нагрев вентиляционного воздуха в осенне-зимний период.

В промышленном животноводстве естественная резистентность и продуктивность животных зависит не только от наследственности и полноценного кормления, но и от условий содержания и микроклимата животноводческих помещений. От микроклимата зависят также здоровье и производительность труда людей, работающих на животноводческих предприятиях и птицефабриках.

Большое зооигиеническое значение имеет отсутствие в воздухе животноводческих помещений аммиака и сероводорода. Вредные газы в помещении скапливаются из-за несвоевременной уборки навоза, плохой канализации и вентиляции. Вдыхание аммиака и сероводорода в концентрациях более чем 0,01–0,02 мг на литр воздуха вызывает раздражение и разрушение клеток слизистой оболочки, их воспаление, вследствие чего в организм легко проникают болезнетворные микробы. [3]

Установлено, что вентиляция в этих помещениях не способна обеспечить нормируемые параметры микроклимата, так как зимой вынуждены снижать воздухообмен с целью обеспечения теплового баланса здания, что приводит к повышенной загазованности и относительной влажности воздуха, зачастую достигающей 100%. [4]

В настоящее время в животноводческих помещениях принято использовать приточно-вытяжную вентиляцию на естественной тяге воздуха. Для правильной ее эксплуатации требуется расчет оптимального объема вентиляции. При этом необходимо учитывать содержание в воздухе углекислого газа и водяных паров, определить часовой объем вентиляции, кратность воздухообмена, площадь вытяжных, приточных каналов и их количество. Зимой при температуре до -25°C величину воздухообмена рассчитывают по влажности воздуха. При температуре ниже -25°C – по концентрации углекислого газа. В переходные периоды определяют воздухообмен для удаления избытка тепла.

Создание надежных средств для обеспечения оптимального микроклимата в зданиях для животных и птицы актуально для современного животноводства. Это позволит с наименьшими затратами труда и средств повысить продуктивность и сохранность животных, рационально использовать капиталовложение.

ИСТОЧНИКИ

1. Баланин, В.И. Микроклимат животноводческих зданий / В.И. Баланин - Санкт-Петербург: Издательство «ПРОФИКС». - 2003. - С.15-18.
2. Мартынов, В.М. О целесообразности применения принудительной вентиляции животноводческих помещений для условий Башкирии / В.М. Мартынов, И.Р. Габидуллин // Наука молодых – инновационному развитию АПК. – часть 2. – 2015. - С.53-58.
3. Мартынов В.М. Обоснование тепловой защиты коровника / В.М. Мартынов, И.Р. Габидуллин // Инновационные подходы и технологий для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции. - Том 2. – 2015. - С.453-257.
4. Трушкин, В.А. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал. – 2015. - № 5. - С. 55-58.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА НА СЕЛЕ

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы использования электротранспорта на селе. Приведены основные движущие факторы замены двигателей внутреннего сгорания на электротягу. Приведены ожидаемые показатели стоимости грузоперевозок на грузовом электромобиле.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, дизельное топливо, стоимость, электрическая тяга, фотоэлектрические зарядные станции на селе.

Наибольшего успеха в развитии мирового электротранспорта достиг известный американский миллиардер и изобретатель Илон Маск. В конце 2017 года его научная группа представила мировой общественности уникальный грузовой электромобиль «ТЕСЛА» – фуру грузоподъемностью 36 тонн с дальностью хода 800 км на одной зарядке аккумулятора. При этом фура «ТЭСЛА» вдвое дешевле фуры с ДВС [1]. Фотоэлектрические зарядные станции для электромобилей- грузовиков будут использовать солнечную энергию, а это значит, что ликвидирован основной недостаток электромобиля как такового - необходимость покупки зарядными станциями электроэнергии, вырабатываемой электростанциями по экологически грязным технологиям. Теперь можно сказать, что время автомобилей с ДВС ушло, как в своё время ушла эпоха паровозов (рисунок 1) [2].



Рисунок .1 – Электромобильный солнцекат «ФЕРМЕР»

Коснётся ли этот прогресс села? Безусловно, и тому есть ряд движущих факторов и прежде всего -

экономический. В таблице 1 приведено изменение цен на бензин и на зерно в России за прошедшие 20 лет [3,4].

Таблица 1. – Динамика изменения цен на бензин и зерно

Продукт	Цена за один килограмм бензина и один килограмм зерна, руб.		
	1998 г	2008 г	2018 г
Бензин А- 92	4	27	50
Зерно	0,8	4,1	8,9

Как следует из таблицы, стабильно сохраняется более чем пятикратное превышение цены на бензин над ценой на зерно. При этом доля затрат на моторное топливо в себестоимости агропродукции непрерывно растёт. В то же время уже сейчас для электрофуры себестоимость тонно-километра составляет 15,6 руб/км при 18 руб/км для грузовика с ДВС. Другим фактором является практически неограниченные ресурсы солнечной и ветровой энергии на сельских территориях, что позволяет устанавливать зарядные станции для электротранспорта любой мощности.

А теперь зададим вопрос земледельцам: - как изменится сельхозпроизводство, если отпадёт необходимость покупать солярку? И вообще, если все трактора, автомобили и комбайны будут электрические и будут работать на электроэнергии вырабатываемой тут же на селе. Мы уверены это положительно повлияет на развитие сельхозпроизводства.

ИСТОЧНИКИ

1. Презентация грузовика «ТЕСЛА» [Электронный ресурс].- Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=I0X8y4q7jfQ>
2. Галушак В.С., Сошинов А.Г., Сухоручкина Т.Ю. Солнцекаты – новый экономичный вид транспорта для сельских жителей /XXI МНПК "Проблемы и решения современной аграрной экономики", п. Майский, 23-24 мая 2017, С. 37-38.
3. ИАЦ КОРТЕС. Индексы цен на нефтепродукты [Электронный ресурс].-Режим доступа : <http://www.kortes.com>
4. Росстат. Средние цены на сельхозпродукцию [Электронный ресурс].-Режим доступа <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi?pl=1903001>

ПРИМЕНЕНИЕ РАССТРОЕННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация: В статье рассматриваются особенности методики расчета параметров расстроенных фильтров при применении их в качестве необходимых компонентов для конденсаторных устройств компенсации реактивной мощности.

Ключевые слова: автоматическая конденсаторная установка, компенсация реактивной мощности, коррекция коэффициента мощности, расстроенные фильтры, резонансная частота.

В практике эксплуатации систем электроснабжения перерабатывающих агропромышленных предприятий все шире применяются автоматические конденсаторные установки (АКУ) для компенсации реактивной мощности (КРМ). Главное преимущество таких установок заключается в достаточно точном поддержании коэффициента мощности на требуемом уровне (чаще всего ближе к 1,0) даже при ступенчатом управлении мощностью подключаемых конденсаторов.

Однако при использовании конденсаторов в цепях коррекции коэф-фициента мощности приходится сталкиваться с работой в электрических цепях при наличии гармоник. При разработке системы коррекции необходимо принимать во внимание возможные гармоники, чтобы не допустить возникновения последовательного или параллельного резонанса, который может привести к выходу из строя всей системы.

Гармоника, на которой может произойти резонанс в сети, определяется формулой:

$$N = \sqrt{\frac{P_{к.з.}}{Q}} \cong \sqrt{\frac{S \cdot 100}{Q \cdot U_{к.з.} \cdot 100}},$$

где: N – номер гармоники на которой вероятно возникновение резонансных явлений;

$P_{к.з.}$ – мощность короткого замыкания в сети (МВА);

Q – мощность конденсаторной установки (квар);

S – номинальная мощность силового трансформатора;

$U_{к.з.}$ – напряжение короткого замыкания трансформатора, (%).

При подключении конденсатора коррекции индуктивность силового трансформатора совместно с емкостью конденсатора образует резонансную цепь, которая может возбуждаться генерируемыми нагрузкой гармоническими токами. Если частота одной из гармоник совпадает или близка к частоте собственных колебаний резонансной цепи, в ней могут возникнуть паразитные колебания большой амплитуды. Это приведет к значительному увеличению напряжения на конденсаторе, трансформаторе и на подключенных параллельно с ними цепях.

Для коррекции коэффициента мощности в таких цепях могут использоваться расстроенные фильтры. Они позволяют избежать риска возникновения

резонанса благодаря тому, что частота собственных колебаний сдвигается вниз, в область где не может быть гармоник.

Частота собственных колебаний снижается за счет подключения к резонансной цепи дополнительной индуктивности. Эта индуктивность подключается последовательно с силовым конденсатором цепи коррекции. При этом образуется более сложная резонансная цепь, но зато её собственная частота колебаний становится ниже частоты низшей гармоники сетевого напряжения. Помимо этой основной функции индуктивность, подключенная последовательно с конденсатором, образует последовательную резонансную цепь с определенной резонансной частотой. Вблизи резонансной частоты импеданс цепи сравнительно мал и она осуществляет фильтрацию гармоник сетевого напряжения.

Компоненты цепи коррекции коэффициента мощности с расстроенным фильтром должны тщательно подбираться в зависимости от необходимой степени коррекции, наличия определенных гармоник напряжения питания, необходимых фильтрующих характеристик, мощности короткого замыкания и характеристик резонансной цепи.

Например, напряжение на конденсаторе при последовательном подключении индуктивности будет выше напряжения в питающей сети. Дроссель фильтра должен обладать индуктивностью, обеспечивающей необходимое значение резонансной частоты, и должен допускать рабочий ток, достаточный для отвода ожидаемых гармоник. Резонансная частота фильтра $f_{рез}$ обычно определяется косвенно через коэффициент расстройки p и измеряется в процентах [1]:

$$p = 100 \cdot \frac{X_L}{X_C} = \left(\frac{f}{f_{рез}} \right) \cdot 100,$$

где X_L – индуктивное сопротивление силового трансформатора;

X_C – реактивное сопротивление батареи конденсаторов в компенсаторе;

f – частота тока сети.

Таким образом, следует проводить полный и всесторонний анализ электросети предприятия на предмет гармоник перед внедрением установок компенсации реактивной мощности. Это необходимо

потому, что даже если применить конденсаторы на повышенное напряжение и более стойкие к токам перегрузки, мы можем спровоцировать резонанс в сети. Поэтому оптимальным решением для этого случая будет использование расстроенных дросселей, включенных последовательно с конденсаторами и сдвигающими частоту резонанса системы ниже самой низкой из частот присутствующих в сети гармоник.

УДК 621.313.3

Д.А. Дебелый, А.П. Моисеев, С.А. Лаврентьев, Д.Е. Унаев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

УСТРОЙСТВО ПЕРЕДАЧИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СХЕМЕ «ЛЭМД-ШТОК-ПУАНСОН»

Аннотация. Рассмотрена установка для брикетирования кормов штоковым прессом с линейным электромагнитным двигателем (ЛЭМД), в конструкцию которой входит лишь только сам ЛЭМД, который напрямую соединён с штоком-пуансоном
Ключевые слова: ЛЭМД, энергия давления, пресс, шток - пуансон, обмотка.

Одним из важных этапов разработки и создания приводного линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД) пресса является обоснование устройства передачи механической энергии двигателя перемещаемому рабочему органу – штоку-пуансону [1,2,3,7]. Отсюда следует, что конструкция и параметры только этого устройства определяют эффективность передачи, технические и эксплуатационные показатели привода [1,2,4,5,6].

В качестве энергетических параметров целесообразно принять соответственно энергию давления, эффективную энергию. При этом энергией давления $A_{\text{п}}$ считается энергия (работа) по преодолению противодействующего усилия $F_{\text{п}}$, создаваемого обрабатываемой заготовкой:

$$A_{\text{п}} = \int_0^{\delta} F_{\text{п}}(\delta) d\delta, \quad (1)$$

где δ – величина перемещения рабочего органа машины, на которой совершается прессование корма.

Под эффективной энергией $A_{\text{э}}$ понимается совокупность энергии давления $A_{\text{п}}$ и кинетической энергии $A_{\text{к}}$ на той части перемещения рабочего органа машины, где отсутствует полезное противодействующее усилие:

$$A_{\text{э}} = A_{\text{п}} + A_{\text{к}} = A_{\text{п}} + m(V_2^2 - V_1^2)/2, \quad (2)$$

где m – масса подвижных частей машины; V_1 и V_2 – скорости перемещения в начале и конце участка рабочего хода без полезного противодействующего усилия.

К силовым параметрам также относятся номинальное усилие и удельное давление на обрабатываемый материал [3,6,8,9]. В государственных стандартах регламентируется величина номинального усилия для каждого типа или

ИСТОЧНИКИ

1. Геворкян, М.В. Современные компоненты компенсации реактивной мощности (для низковольтных сетей) / М.В. Геворкян.– М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2003.– 64 с.

вида пресса, однако отсутствует определение понятия «номинальное усилие пресса» и условия его определения. Для прессового оборудования с линейным электромагнитным двигателем, используемого в пластическом формоизменении материалов при помощи силового воздействия, целесообразно к силовым параметрам отнести номинальное усилие линейного электромагнитного двигателя, понимая под максимальную величину динамического усилия. В качестве силового параметра естественно использование удельного давления на обрабатываемый материал, то есть максимальной величины динамического усилия, приходящейся на единицу поверхности обрабатываемого материала.

Среднее динамическое усилие F за время $t = t_2 - t_1$ удара определяется из уравнения баланса количества движения и импульса силы:

$$mV - mV_0 = \int_{t_1}^{t_2} F dt, \quad (3)$$

где m – масса подвижных частей прессового оборудования; V – скорость перед прессованием; V_0 – скорость после спрессования.

При $V = 0$ получим $mV = Ft$, откуда:

$$F = mV/t. \quad (4)$$

К кинематическим параметрам относятся рабочий ход ползуна до его крайнего положения, на котором развивается номинальное усилие, эффективная энергия и энергия удара. К ним относятся также частота ходов в минуту, скорость ползуна, частота одиночных ходов, частота непрерывных ходов, частота ходов при различном усилии и полезная работа. Для оценки достигнутого технического уровня и тенденций развития прессового оборудования с линейным электромагнитным двигателем

используется система общепринятых объективных критериев [1,3]:

– коэффициент массы машины $K_F = G_m/F_H$, где G_m – общая масса машины; F_H – номинальное усилие, развиваемое ею. При проектировании прессового оборудования необходимо стремиться к уменьшению K_F , что снизит их металлоёмкость и массу;

– производственный коэффициент массы $K_{F_3} = K_F K_m^3 = G_3/F_H$, выражающий величины массы активных частей машины, приходящейся на единицу номинального усилия;

– коэффициент отдачи мощности $K_P = F_H n/P$, где n – номинальное количество рабочих ходов в минуту при номинальной нагрузке по усилию F_H ; P – установленная мощность линейного электромагнитного двигателя.

– коэффициент относительной площади $K_S = \frac{S}{F_H}$, где S – площадь, занятая прессовым оборудованием.

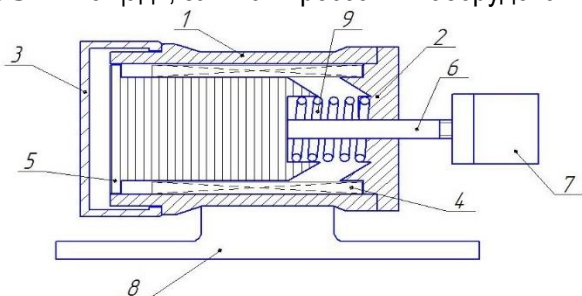


Рисунок 1. Схема ЛЭМД, соединённого со штоком-пуансоном

На рисунке 1 показана конструкция предлагаемого линейного электромагнитного двигателя. Устройство содержит корпус-статор 1 с крышками 2, 3, обмоткой 4 и якорем 5 подпружиненным элементом 9. Рабочий орган 6 соединён со штоком – пуансоном 6,7. Вся конструкция закреплена на станине 8.

При рассмотрении установки, например, для брикетирования кормов штоковым прессом ШП-1 с приводом от традиционного асинхронного двигателя

(АД), замена привода с АД на привод с линейным электромагнитным двигателем (ЛЭМД) позволит привести к упрощению приводной системы, в конструкцию входит лишь только сам ЛЭМД, который напрямую соединён с штоком-пуансоном, благодаря чему он приводится в движение по прямолинейной траектории без затрат механической энергии на составные части приводного механизма.

ИСТОЧНИКИ

1. Моисеев А.П. Применение линейных электромагнитных приводов в шайбовых кормораздаточных транспортерах: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Моисеев А.П. – Саратов, ФГБОУ ВПО СГАУ им. Вавилова Н.И., 2011. – 26 с.
2. Усанов К.М., Моисеев А.П.. Электромагнитные машины с осевым каналом в процессах и технологиях АПК [Текст]/ Ж. «Механизация и электрификация сельского хозяйства», №5, 2008. – С. 31–33.
3. Усанов К.М., Моисеев А.П., Каргин В.А. Четвериков Е.А. Экспериментальная оценка силовых показателей электропривода тросошайбового транспортера с линейным электромагнитным двигателем. – Аграрный научный журнал, № 6, 2015. – С. 69-72.
4. Усанов К.М., Каргин В.А., Моисеев А.П. Оценка тепловых процессов в линейных электромагнитных двигателях с искусственным охлаждением. – Аграрный научный журнал, № 6, 2014. – С. 60-63.
5. Патент на изобретение. Реверсивный линейный электромагнитный двигатель с осевым каналом / Усанов К.М., Моисеев А.П., Каргин В.А., Волгин А.В. / RU2440661, МПК H02K 41/03 Оpubл. 20.01.2012 Бюл. № 2.
6. Усанов К.М., Каргин В.А., Ивченко А.В., Ивченко С.А. Использование линейного электромагнитного двигателя для упаковки сельскохозяйственной продукции. – Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 1, 2012. – С.22–23.
7. Усанов К.М., Каргин В.А., Волгин А.В. Оценка эффективности энергопреобразований в электромагнитной ударной машине с упругим возвратным элементом. – Труды Кубанского государственного аграрного университета. – №3, 2008. – С.86–87.
8. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.
9. Усанов, К.М. Импульсный электромагнитный привод тросошайбового кормораздатчика / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве, 2011. № 3. – С.14-16.

УДК 65.03

А.С. Доронин

Самарский государственный технический университет, г. Самара

РОЛЬ ИНВЕСТИЦИЙ В РАЗВИТИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Масштабная трансформация рынка тепловой энергии в Самарской области неминуема: ее необходимость уже давно «перезрела». Поскольку областные ТЭЦ работают сразу на два рынка (электроэнергии и тепла), они становятся неконкурентоспособными по сравнению с другими производителями электроэнергии.

Полезный отпуск тепла в муниципалитетах Самарской области за последние несколько лет показывает отрицательную динамику, а по прогнозам специалистов к 2023 году он упадет еще на 10-20% от

существующего значения; доля необеспеченных спросом тепловых мощностей составляет в среднем 30%; аварийность на муниципальных сетях, находящихся в пользовании ПАО «Т Плюс» - единого теплоснабжающего оператора в Самарском регионе, в десятки раз выше средних допустимых показателей [1].

Основные оптимизационные решения в муниципалитетах заключаются в сокращении числа производителей энергии (ТЭЦ, котельные) с переводом мощностей на более масштабных исполнителей.

Для сравнения была рассмотрена ситуация с теплоснабжением в канадской провинции Альберта, где климатические условия наиболее полно совпадают с климатом Самарской области.

Центральное теплоснабжение в Канаде используется в основном для промышленности (90%) и лишь 10% – для жилищного сектора, поскольку в этой стране преобладают источники индивидуального теплоснабжения.

Общие энергозатраты составляют всего 28 млн. Гкал за год при удельном расходе тепловой энергии 0,145 Гкал на м². Такие хорошие показатели достигаются, в первую очередь, путем внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности со стороны потребителя.

Однако тарифы на тепловую энергию составляют в среднем (в переводе на российские рубли) 4500 рублей, что в 1,5 раза выше, чем средние показатели по Самарской области [2, 3].

Таблица. -Сравнение рынков тепловой энергии Самарской области и провинции Альберта (Канада)

Самарская область	Провинция Альберта
Использование централизованного теплоснабжения	
<i>промышленным сектором:</i>	
43 %	90 %
<i>общественным и коммерческим секторами:</i>	
57 %	10 %
Общие энергозатраты (за год)	
49,9 млн. Гкал	28 млн. Гкал
Удельный расход тепловой энергии (за год)	
0,216 Гкал / кв.м	0,145 Гкал / м ²
Тариф на тепловую энергию (в месяц)	
2400 рублей	4500 рублей

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для перехода на новый качественный уровень развития системы теплоснабжения в Самарской области, согласно опыту зарубежных стран, необходимо большое внимание уделять внедрению мероприятий по повышению энергетической эффективности всеми участниками рынка.

По подсчетам ПАО «Т Плюс» для перехода на новый качественный уровень развития системы теплоснабжения необходимо вложение инвестиций по меньшей мере около 90 млрд. рублей в течение 10 лет. Распределение инвестиций, необходимых для перехода системы теплоснабжения Самарской области на новый качественный уровень, по основным потребителям представлено на рис. 1.

Реалии же сегодня таковы, что в отрасли теплоснабжения практически нет инвестиций, а те, что есть, в масштабах страны ничтожны, ведь основным инвестором здесь остаётся государство. По оценкам Минэнерго России, чтобы перевести тепловое хозяйство нашей страны на современные рельсы необходимо вложение примерно 2,5

триллионов рублей за 10 лет. Столь масштабную программу способен осилить только частный капитал, который, в свою очередь, рискнёт на это лишь при наличии прозрачного и долгосрочного механизма возврата средств.

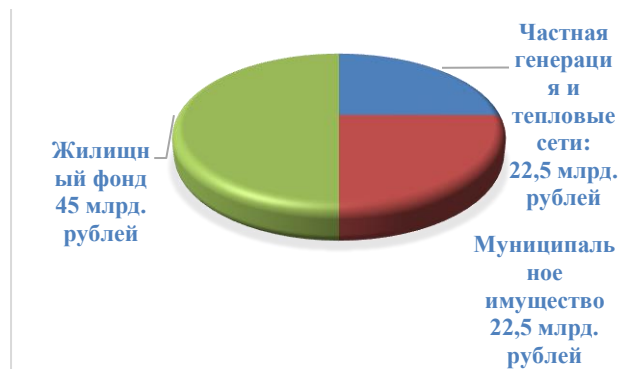


Рисунок 1. Инвестиции, необходимые для перехода на новый качественный уровень развития системы теплоснабжения Самарской области (составлен авторами по [1])

С этой целью в июле 2017 года в России был принят закон «О новой модели рынка теплоснабжения», описывающий переход на новый метод тарифообразования – «альтернативную котельную».

Экономическая модель компаний, работающих в сфере теплоснабжения, должна выстраиваться по совершенно новым принципам, когда вложения в модернизацию и возможность окупить их основаны на возможности сохранить эффект от снижения издержек при одновременном сохранении или оправданном небольшом повышении платежа населения. Поэтому в целом необходимо снизить избыточное государственное регулирование и политизированность принятия решений в сфере теплоснабжения с одновременным повышением ответственности бизнеса перед потребителями и властью.

ИСТОЧНИКИ

1. Роль закона о теплоснабжении в модернизации городов Самарской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tplusgroup.ru/fileadmin/fi/activity/Samara/Samara.pdf>, свободный (дата обращения: 28.02.2018).
2. Семикашев В.В. Организация теплоснабжения населения в Канаде / В.В. Семикашев, Е.А. Зотова // Электрика. №6 (2011).
3. Лавров А.С. Современное состояние рынка тепловой энергии в России / А.С. Лавров, А.С. Доронин, К.В. Трубицын // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: мат-лы Междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – С. 245-249.

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Расчеты электромеханических переходных процессов при КЗ необходимы для оценки динамической устойчивости работы генераторов электростанций в условиях стационарного деления электрической сети энергосистемы, характера переходных процессов и их продолжительности. Как известно, динамическая устойчивость - это способность системы восстанавливать исходный режим после больших возмущений. Под большими возмущениями в работе [1] понимаются все виды КЗ. Возмущения, приводящие к разделению энергосистемы на несколько не связанных частей не рассматривались.

Наиболее общим и прямым методом расчета, происходящих при этих нарушениях относительных движений роторов генераторов в электрической системе, является численное интегрирование дифференциальных уравнений электромагнитных и электромеханических переходных процессов. Традиционно, самым простым и доступным для реализации является метод последовательных интервалов. С помощью метода последовательных интервалов уравнения сети могут быть решены в конечных разностях. Однако такие расчеты получаются весьма трудоемкими и не гарантируют от ошибок, накапливающихся от интервала к интервалу. Теория расчета динамических процессов в энергосистемах, в условиях многофакторности исходных данных, приведена в работах [2,3]. В используемой математической модели применялся алгоритм, основанный на методе исключения Гаусса, который позволяет решать сетевую задачу на шаге интегрирования прямым безытеративным методом [4].

Схема замещения и расчетная модель для расчетов динамических процессов в энергосистеме, учитывала уравнения электромагнитных и механических процессов генератора, а именно: - мощность турбины

$$P_m = P_{н.уст} \cdot (1 - \mu), \quad (1)$$

где $P_{н.уст}$ - установленная мощность турбины; $(1 - \mu)$ степень открытия направляющего аппарата турбины, $\mu_{min} < \mu < 1$

- уравнение обмотки возбуждения ротора

$$\frac{d\Psi_{fd}}{dt} = \frac{1}{T_{d0}} \left[u_f - \frac{1}{z} \cdot (\Psi_{fd} - a \cdot \Psi_{1d} + b \cdot i_d) \right] \quad (2)$$

- уравнения демпферной обмотки по продольной и поперечным осям:

$$\frac{d\Psi_{1d}}{dt} = \frac{1}{z \cdot T_{1d0}} [-\Psi_{1d} + c \cdot \Psi_{fd} - d \cdot i_d], \quad (3)$$

$$\frac{dE''_q}{dt} = \frac{1}{T_{1q0}} [-E''_q - (x_q - x''_q) \cdot i_q], \quad (4)$$

причем степень демпфирования может быть изменена величинами T_{1d0} и T_{1q0} , где Ψ_{fd} - потокосцепление обмотки возбуждения; T_{d0} - постоянная времени обмотки возбуждения при разомкнутой обмотке статора, е.; u_f - напряжение возбуждения; Ψ_{1d} - потокосцепление продольной демпферной обмотки; T_{1d0} , T_{1q0} - постоянные времени продольной и поперечной демпферных обмоток при разомкнутых обмотках статора и возбуждения, сек; E''_q , E''_d - фиктивные ЭДС машины, действующие по продольной и поперечной осям; x_q - синхронное реактивное сопротивление по оси q, x''_q , x''_d - сверхпереходные сопротивления по оси d и q; i_d и i_q - составляющие тока по продольной и поперечной осям, связанные с ротором; u_d и u_q - составляющие напряжения по продольной и поперечной осям, связанные с ротором; u_{ds} и u_{qs} - составляющие напряжения по продольной и поперечной осям, синхронно вращающиеся; a , b , c , d , z - постоянные параметры, согласно [4];

- уравнение движения синхронной машины:

$$\frac{s\delta}{dt} = s \cdot \overline{\omega_0}, \quad (5)$$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{j_s} [P_m - (i_q \cdot u_d + i_d \cdot u_q)], \quad (6)$$

- где s - скольжение генератора; j_s - эквивалентная постоянная инерции;

- уравнение регулятора турбины

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{T_s} \left(\frac{s}{\delta_i} + \mu_0 - \mu \right), \quad (7)$$

- где μ_0 - определяет мощность турбины в заданном режиме; T_s - постоянная времени турбины; δ_i - статическая неравномерность турбины;

- регуляторы возбуждения сильного действия учитываются присоединением системы уравнений регуляторов. Причем сигналы по отклонению частоты напряжения и ее производной образуются путем дифференцирования разности абсолютного угла δ и внутреннего угла генератора.

Моделируемые программным комплексом типы систем возбуждения полностью соответствуют реально установленным на генераторах электростанций энергосистемы Западно-Казахстанского региона. Математические выражения, описывающие систему возбуждения генераторов в данной работе, не приводятся, так как не являются целью диссертационной работы. Подробное математическое описание систем возбуждения приведено в [4]. Математическая модель

асинхронной машины состоит также из классических дифференциальных уравнений теории электромеханики [2]. Дифференциальные уравнения синхронной машины записаны в окончательном для интегрирования виде.

Уравнения электромагнитных переходных процессов в роторе:

$$\frac{d\varphi_{ds}}{dt} = \varphi_{ds} \cdot s_{\partial} - \left(\frac{r_2}{x_2} + \frac{r_2 \cdot x_{\mu}^2}{x_2^2 \cdot x'} \right) \cdot \varphi_{ds} + \frac{r_2 \cdot x_{\mu}}{x_2 \cdot x'} \cdot u_{qs}, \quad (8)$$

$$\frac{d\varphi_{qs}}{dt} = -\varphi_{qs} \cdot s_{\partial} - \left(\frac{r_2}{x_2} + \frac{r_2 \cdot x_{\mu}^2}{x_2^2 \cdot x'} \right) \cdot \varphi_{qs} - \frac{r_2 \cdot x_{\mu}}{x_2 \cdot x'} \cdot u_{ds}, \quad (9)$$

Уравнение движения ротора:

$$\frac{ds_{\partial}}{dt} = \frac{1}{j_{\partial}} \cdot \left[m_{\partial} + \frac{x_{\mu}}{x_2 \cdot x'} \cdot (u_{ds} \cdot \varphi_{ds} + u_{qs} \cdot \varphi_{qs}) \right]. \quad (10)$$

Как известно при пуске крупных асинхронных двигателей происходит вытеснение тока в обмотке ротора, данный эффект учитывается зависимостью активного сопротивления ротора от скольжения ротора.

$$r_2 = r_{20} + (s_{\partial} - s_{\partial, \text{кр}}) \cdot \frac{r_{2\text{max}} - r_{20}}{1 - s_{\partial, \text{кр}}}. \quad (11)$$

Моментная характеристика на валу асинхронного двигателя выражается

$$M_{\partial} = M_{\partial 0} \left(1 + \left(\frac{1 - s_{\partial}}{1 - s_{\partial 0}} - 1 \right) \right) \cdot (1 - K_{ad}). \quad (12)$$

Напряжения в узлах сети позволяют определить правые части дифференциальных уравнений. После УДК 621.313

И. В. Заболотько, М.А. Левин

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

ОБОРУДОВАНИЕ ПОДОГРЕВА ВОДЫ В КОРОВНИКЕ ДЛЯ ПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ.

Аннотация В статье представлен расчет солнечного коллектора, его функциональная схема, и схема водоснабжения поилок для хозяйства на 200 голов

Ключевые слова Солнечный коллектор, циркуляция, теплообменник, технологические нужды.

В процессе выращивания КРС основные затраты идут на кормление и поение животных. Мы предлагаем использовать комбинированную схему подогрева воды представленную рисунке 1, с использованием солнечного коллектора. В качестве объекта выберем животноводческое помещение по выращиванию КРС на 200 голов.

В целях подогрева предполагается использовать нагреватели воды типа ВЭТ 600 из расчете 130 литров на 1 голову, т.е. 130 * 200 = 26000 л в сутки – для коровника на 200 голов. Схема водоснабжения представлена на рисунке 2.

Трубопроводы мы расположим под полом на глубине 700 мм, что не приведет к промерзанию даже в самых длительных воздействиях отрицательных температур, как в 2006 году в течение двух месяцев – 11 °С (или -33 °С в феврале 2012 г кратковременно). Отопление в помещениях не предусмотрено. Циркуляции воды организовано за счет насосов

определения правых частей дифференциальных уравнений, последние численно интегрируются с помощью метода Рунге-Кутты 4-го порядка. Число интервалов интегрирования определяется, исходя из длительности процесса и шага интегрирования.

Для моделирования КЗ использовались эквивалентные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности, рассматриваемой сети относительно точки КЗ. Расчетная длительность КЗ принималась по [4] и составляла для 110 кВ и 220 кВ соответственно 0,18 с. и 0,16 с. Данные и другие расчетные характеристики позволяют проводить комплексную оценку влияния различных возмущений (в том числе КЗ) на динамическую устойчивость генераторов электростанций.

ИСТОЧНИКИ

1. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / Под. ред. Л.А. Жукова. М.: Энергия, 2015. — 496 с
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высш. шк., 1985. — 536 с
3. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 592 с.
4. Баринов В.Ф., Мамиконянц Л.Г., Строев В.А. Развитие математических моделей и методов для решения задач управления режимами работы и развития энергосистем // Электричество. Изд-во: Нац.иссл.ун. "МЭИ" (Москва). - 2005. - №7. - С. 8-21.

6 При этом мы предлагаем включить в систему солнечный коллектор.

Количество энергии, необходимой на подогрев воды можно определить по формуле

$$Q_{гв} = G_{гв} \cdot \rho \cdot (t_{гв} - t_{хв}), \text{ ккал}$$

где: $G_{гв}$ - расход воды для подогрева (куб. м), ρ - объемный вес воды (кг/куб. м), равный 983,18 кг/куб. м при температуре 60 °С

$t_{гв}$ - температура горячей воды (60 °С)

$t_{хв}$ - температура холодной воды

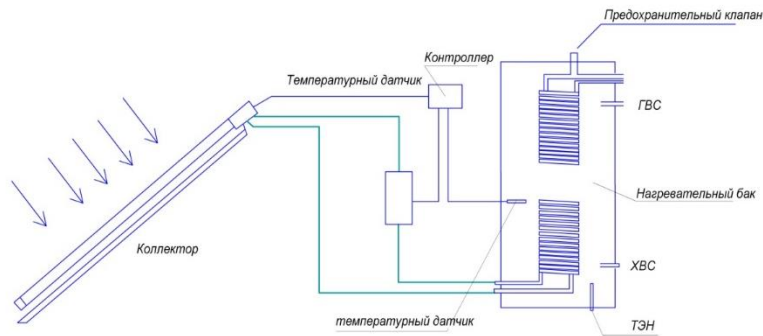
при $t_{хв} = 5^{\circ}\text{C}$, $Q_{гв} = 0,0540749$ Гкал/м.куб.

при $t_{хв} = 7^{\circ}\text{C}$, $Q_{гв} = 0,0521085$ Гкал/м.куб.

при $t_{хв} = 10^{\circ}\text{C}$, $Q_{гв} = 0,049159$ Гкал/м.куб. и так

далее.

То есть при при температуре воды +5, добытой из скважины необходимо 54 или 1404 Ккал/м.куб при нашей потребности на 26м.куб определенных выше. На эти наихудшие условия мы и будем рассчитывать выбирая площадь теплообменников солнечного коллектора.



Площадь панели - 2,23 м²,
 количество трубок - 7
 КПД установки - 0,67
 Величина принятой инсоляции для Саратовской области - 2000,7 Вт·ч/м²
 Расчетный срок окупаемости - 2 - 2,5 года в зависимости от солнечной активности

Рисунок 1. Функциональная схема подогрева воды

Далее производим расчет тепловой мощности одной трубки коллектора. Это даст возможность рассчитать число трубок, необходимых для получения достаточной тепловой энергии на периоды в один день и один год. Получаемая мощность в расчете на один день рассчитывается следующим образом: 0,15 (S поглощения 1 трубки) × 2000,7 (величина инсоляции в Саратовской области) × 0,67 (КПД солнечного коллектора) = 201 кВт·час/м²

Количество энергии рассчитаем по формуле:

$$W = Q \times V \times Tr = 1,16 \times 26000 \times 15 = 450 \text{ кВт энергии.}$$

где Q – количество Ватт энергии, необходимое для подогрева литра воды на 1 градус, V – необходимый объем воды, Tr – разница между минимальной и максимальной и требуемой температурой воды в 20 °С.

Соответственно, площадь солнечного коллектора должна составлять:

$$S = 450 / 201 = 2.23 \text{ м}^2$$

Коллектор состоит из набора трубок, соответственно нам необходимо определить площадь одной трубки и определить необходимое их количество.

Площадь одной трубки (вакуумной) составляет
 Площадь трубки = 3,14 × 1,8 × 0,058 = 0,3278 м², то есть нам необходимо 2,23 / 0,3278 = 6,8 = 7 трубок стандартного коллектора высотой 1,8 метра и диаметром трубок 0,058 м².

Эти данные приведены при нагреве воды в холодный период со средней температурой +5 °С. При температуре окружающего воздуха уже в +20°С мы получим температуру воды +76°С, что и позволит её использовать на технологические нужды.

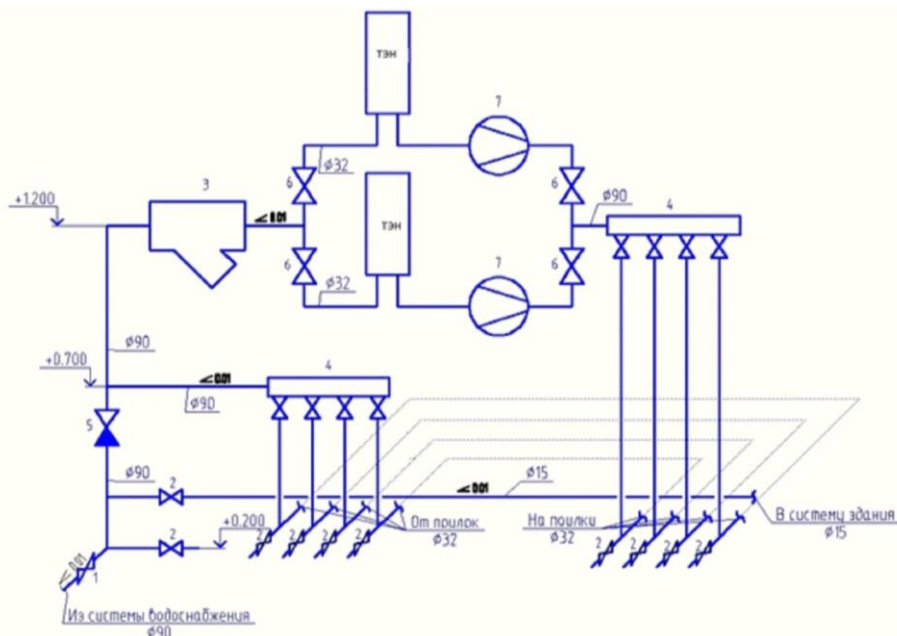


Рисунок 2. Схема водоснабжения поилок

ИСТОЧНИКИ

1. Элементы комплектования электропривода /Левин М.А. //В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы II Международной научно-практической конференции. 2011. С. 163-165.
2. Сравнительный анализ способов пропитки обмоток асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве Иванкина Ю.В., Левин М.А. В сборнике: Актуальные проблемы энергетики аПК: материалы VIII международной научно-практической конференции. 2017. С. 97-99.
3. А.И. Панфилов, В.И. Энговатов. Настольная книга энергетика (Производственно - практическое пособие в вопросах и ответах для потребителей электрической и тепловой энергии) М.:ЗАО «Энергосервис», 2008. - 650 стр.

Количество дней в году, когда подобные расчеты справедливы составляют около 290, то есть максимальное время использования нагревательных элементов для подогрева воды составляет около 50 дней, а уже при плюсовой температуре (около +3 по данным производителя коллекторов) мы можем пользоваться энергией солнца и экономить в среднем за 1 год $450 \times 4 = 1400$ кВт·ч за четыре месяца, когда необходим подогрев воды на поение и отказ от нагрева воды в остальное время, что не менее важно.

При среднерыночной стоимости комплекта панели в 25 000 рублей приобретение оборудования по приведенным выше параметрам окупится за 2 – 2,5 года, что достаточно выгодно.

УДК 621.313

И. В. Заболотько

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПОИЛОК В КОРОВНИКЕ ДЛЯ ПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. В статье мы знакомимся с общими видами и характеристиками поилок для КРС. Предлагаем к использованию пластиковые поилки с наименьшим коэффициентом теплопроводности.

Ключевые слова. Поение, пропускная способность, ванны, нержавеющая сталь, термопластиковые, температура, двухлуночные, кормовой стол, лежанка

Оптимально комфортная температура воды для поения коров составляет от +10 до +16 градусов. При более низкой температуре животные испытывают дискомфорт и могут простудиться, при более высокой поилка становится благоприятной средой для размножения опасных микроорганизмов.

Выбор поилок с обогревом воды широк: они различаются по форме, способу обогрева и способу подачи воды в чашу.

Основной недостаток этих поилок при беспривязном содержании – их малая «пропускная способность». Из двухлуночной поилки могут пить одновременно не более двух животных, а если лунка одна – только одно. Значит, поилок подобного типа необходимо большое количество: они ставятся из расчета одна на 15-20 голов. То есть в цехе раздоя, где животных содержится по 150 и более голов, установка таких поилок связана с большими расходами. А при недостатке поилок животные порой по часу стоят в очереди, чтобы утолить жажду.

Для широкого применения

На комплексе с продуктивностью от 4000 л за лактацию в производственном цехе необходимо использовать только открытые поилки с большим объемом воды, позволяющие животным быстро утолить жажду. Для этого оптимально подходят поилки с открытым зеркалом воды, напоминающие большие ванны, разделенные перегородками, из которых могут одновременно утолить жажду от 3 до 5 животных. Такие «ванны» значительно снижают конкуренцию за воду среди коров, и несмотря на более высокую по сравнению с индивидуальными стоимость, их покупка обойдется хозяйству в целом

дешевле. Цена у разных производителей колеблется в среднем от 25 тыс. руб. до 50 тыс. руб. за штуку.

Одна такая «ванна» ставится из расчета на 50-120 голов в зависимости от ее длины, а значит, количества мест для питья.

«Ванны» могут быть двух типов: «опрокидывающиеся» из нержавеющей стали и термопластиковые со сливным отверстием. В первом случае ванна крепится между двух опор, и если убрать фиксаторы, то она свободно вращается, что позволяет мгновенно опорожнять ее во время смены воды и упрощает чистку – корм не забивает сливное отверстие. Во втором типе поилок вода сливается через отверстие, а ванна не ставится на опоры. Их преимущество в том, что можно сливать воду «без лишних брызг».

Что касается материала, то преимущества поилок из нержавеющей стали в том, что они на 10% дешевле пластиковых, прочнее и, как считают многие животноводы, имеют более опрятный внешний вид.

Однако такие поилки плохо держат тепло, и обогревать их значительно труднее.

Коэффициенты теплопроводности металла и пластика отличаются в разы, и зимой при подогреве воды в поилке в случае металла мы обогреваем атмосферу, а не воду.

Для регионов, где зимой температура воздуха опускается ниже 18 градусов (а это большая часть территории России), специалисты считают оптимальными поилки с открытым зеркалом воды из термопластика с подогревом.

Подогрев их может осуществляться также с помощью нагревательных элементов, подключаемых через трансформатор или напрямую через сеть 220

В. К примеру, поилки компании DeLaval серии WT с погружным нагревательным элементом мощностью 500 Вт.

Вода в таких поилках сохраняет тепло дольше, остывает только зеркало воды – то есть сверху. А основной объем находится в своеобразном термосе из утепленного пластика. В мороз коровы не обжигают язык и нос.

Еще более интересное решение нашли в белорусской компании «КАДЭКС»: в качестве тэна там выступает нагревательная плита, расположенная вдоль всего днища поилки. Таким образом, их пластиковые поилки серии ПЭ подогреваются снизу по всей длине. Это позволяет даже в сильные морозы сохранять температуру воды на уровне +8-10 градусов в поилках объемом до 260 л.

В пластиковых поилках такого типа, как правило, нагревательный элемент снабжен датчиком регулировки температуры. То есть обогрев ведется не постоянно, а по мере надобности: как только температура воды опускается до +8, нагревательный элемент автоматически включается, как только значение ее достигает +14, он перестает греть воду.

Такая система автоматического подогрева, помогает не только поддерживать оптимальную температуру питья для животных, но и экономить электроэнергию.

621.36

Л.С. Зимин, А.С. Леоненко

Самарский государственный технический университет, г. Самара

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ

Рассматривается задача экономии энергии при функционировании технологических комплексов «индукционная нагревательная установка (ИНУ) – обработка металла давлением (ОМД)». Традиционный путь решения такой задачи состоит в решении локальных задач оптимизации по критерию минимума затрат отдельно для нагревательной установки и деформирующего оборудования. Качественно более широкие возможности появляются при совместной оптимизации этих процессов, преследующей достижение предельных значений совокупного экономического показателя работы комплекса в целом, в условиях максимального числа степеней свободы для выбора различных параметров и управляющих воздействий, оптимизируемых по данному критерию.

Оптимальным является проектное решение, обеспечивающее наибольшую экономическую эффективность производства. Это утверждение справедливо как для технологического комплекса, исходные и конечные продукты которого являются товарными, так и для отдельных процессов и агрегатов. Основная трудность в формировании экономического критерия оптимизации обусловлена желанием иметь единственный обобщенный

Устанавливать поилки для привязного содержания можно как со стороны кормового стола, так и внутри ограждений – со стороны коров (если используются индивидуальные поилки). Оба этих решения, вполне приемлемы. Но если возникнут какие-либо повреждения в системе поения и случится «потоп», то в первом случае залитым окажется кормовой стол, а во втором – лежанка коровы.

В условиях климатической зоны Саратовской области применение сложных и энергоемких систем обеспечения поения нет смысла. Мы считаем, что необходимо модернизировать систему подогрева воды для поения путем использования энергии солнца, что снизит затраты на электроэнергию.

ИСТОЧНИКИ

1. Повышение эффективности использования роторных ветрогенераторов. Левин М.А., Иванкина Ю.В. Техника и оборудование для села. 2017. № 3 (237). С. 44-45.
2. Энергия ветра – как источник питания для бытовых и технических нужд. Левин М.А., Подшивалов Р.С.: Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы III Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Павлова. 2012. С. 198-201.
3. Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ сельскохозяйственного назначения. - Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. М.: ноябрь 1981

показатель, который отражал бы многочисленные частные аспекты.

При учете различных аспектов экономической эффективности можно выделить четыре основных фактора, которые при заданных ценах и нормативных показателях однозначно определяют значения подавляющего большинства остальных показателей: количество и качество продукции, а также эксплуатационные и капитальные затраты на ее производство. Учитывая сказанное, в качестве критерия оптимальности, обеспечивающего соизмерение всех четырех факторов экономической эффективности, целесообразно использовать приведенный доход.

Из всех затрат превалирующее значение имеют затраты на нагрев. Так, расход электроэнергии при индукционном нагреве стали в среднем равен 500 кВт.ч/т, алюминия - 280 кВт.ч/т. Расход энергии на деформацию, если взять два основных вида ОМД в металлургии - прокатку и прессование, составит для обжимных станов: для стали – 12-30 кВт.ч/т, для алюминия - до 80 кВт.ч/т, при прессовании соответственно - 12-20 и 30-50 кВт.ч/т.

Определяющая роль температурного фактора позволяет описать комплекс "ИНУ-ОМД" поведением температурного поля обрабатываемого металла на

соответствующих стадиях технологического процесса. Отсюда вытекает возможность представления этого комплекса в виде ступенчатой системы, состоящей из трех объектов управления с последовательными во времени режимами их работы, где модель каждого из объектов представляется соответствующим уравнением нестационарной теплопроводности. В общем случае это уравнение Фурье - Кирхгофа, отражающее на первой стадии нагрев металла в индукторе, на второй - его охлаждение при транспортировании к деформирующему оборудованию, и на третьей - температурное поле металла в процессе его деформации - прессования, прокатки,ковки или штамповки.

УДК 621.384.3.

Е.С. Зудин, В.М. Попов, В.А. Афонькина

Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк

ИНФРАКРАСНАЯ СУШКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В статье представлены зависимости длины волны и интенсивности излучения от температуры на поверхности нагревателя, проведен анализ расчетов и полученных графических зависимостей.

Ключевые слова: ИК-излучение, макаронные изделия, длина волны, спектральные характеристики.

Проблема снижения энергетических затрат и энергосбережения становится достаточно актуальной на сегодняшний день. В себестоимости продукции доля энергозатрат часто становится доминирующей. При решении такого рода проблем очень важно определить не только основные стратегические подходы, но и методы рационального использования энергоресурсов с учетом специфики отдельных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Так применение ресурсосберегающих технологий в энерготехнологических объектах, а также методов математического моделирования и адаптирование их при проектировании и реконструкции технологических линий могут служить решением данных проблем [1].

Технологический процесс сушки не является исключением. Сушка сырья в различных отраслях сельского хозяйства играет важную роль, поэтому не удивительно, что требования к ней возросли, да и производство высококачественной продукции невозможно без усовершенствования оборудования и технологического процесса в целом.

Целью сушки макаронных изделий является закрепление их формы и предотвращение возможного развития в них микроорганизмов. Макароны изделия благодаря своей низкой влажности могут длительное время храниться. Процесс их сушки является энергоемким и длительным процессом из всех технологических стадий производства макарон, от правильности, проведения которой зависит в первую очередь прочность изделий и их срок хранения.

Хранение макаронных изделий возможно при влажности до 13%, а её повышение сокращает срок хранения и снижает качество продукта. Поскольку

Рассматриваемый метод совместного оптимального проектирования индифферентен к виду ОМД, но для получения конкретных результатов необходим дифференцированный подход. Это связано, с особенностями конструкции зоны обработки давлением (очага деформации), которые отражаются в тепловом балансе деформируемого металла. С этой точки зрения для металлургического производства целесообразно рассмотреть наиболее распространённые виды горячей ОМД – прокатку и прессование.

Здесь анализ расхода энергии производится исходя из энергетического условия пластичности Мизеса – Губера при заданной температуре, величине и скорости деформации.

инфракрасное излучение даже при температуре 40 - 60 °С уничтожает микрофлору на поверхности продуктов, прошедшие сушку макаронные изделия получаются практически стерильными и приобретают способность к длительному хранению, они имеют большую стойкость к развитию микрофлоры и не требуют специальных условий хранения. Переработанные макаронные изделия могут до 1 года храниться без тары, не теряя витамины больше 5 - 15%. Запакованные в герметическую тару, продукты хранятся до 2 лет[7].

В настоящее время на практике сушки продукции растительного происхождения наибольшее распространение, получили сушильные установки конвективного типа, отличающиеся простотой конструкции и эксплуатации, возможностью работы от различных источников энергии. Вместе с тем они имеют ряд недостатков, в числе которых значительные потери тепла с отходящим отработанным воздухом, зависимость эффективности работы сушилки от влажности атмосферного воздуха, негативное влияние горячего воздуха на качество готового продукта. Указанные недостатки конвекционной сушки обусловлены спецификой взаимодействия горячего воздуха с высушиваемыми объектами на различных этапах процесса сушки.

Эффективность выбранной технологии сушки оценивается в основном двумя аспектами: степенью смягчения теплового воздействия на макароны и сокращением энергозатрат на сушку. Такая технология может быть высокопроизводительной при использовании сушильных установок транспортно-каскадного типа при непрерывном технологическом

процессе [2]. Так как сушка в них осуществляется одним из перспективных способов сушки на данный момент - ИК-излучением. Это объясняется тем, что энергия подводится непосредственно к продукту без промежуточного теплоносителя, следовательно, потери тепла значительно меньше, а КПД установки становится выше. При таком принципе нет необходимости значительно повышать температуру продукта и процесс испарения можно интенсивно вести при температуре 40-60 градусов [3]. Пленочные электронагреватели - это один из видов нагревателей ИК-излучения, которые обеспечивают качественную низкотемпературную сушку в данном диапазоне температур [4,7].

Исследуя сушку макарон с помощью пленочных электронагревателей необходимо установить связь оптических характеристик объекта сушки от спектрального состава лучистого потока, чтобы эффективно управлять процессом сушки в известных пределах, повышая ее качество и экономичность.

Нами были рассчитаны спектральные характеристики пленочного электронагревателя, с

различной температурой поверхности, так как источником ИК-излучения является любое нагретое тело, но энергия, отдаваемая им в каждом спектральном диапазоне, зависит, от характеристик излучателя, а мощность излучения на каждой длине волны по закону Планка, от температуры нагрева [5,6,8]:

$$M_{\lambda T} = \frac{C_1}{\lambda^5 (e^{C_2/T\lambda} - 1)} \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{мкм}} \right], \quad (1)$$

где $C_1 = 2\pi^5 c^2 h^3 / 15 = 3,74 \cdot 10^8 \text{ Вт} \cdot \text{мкм}^4 / \text{м}^2$;

$C_2 = hc/r = 1,43 \cdot 10^4 \text{ мкм} \cdot \text{К}$;

r – постоянная Больцмана;

h – квант воздействия Планка;

c – скорость света в вакууме;

λ – длина волны;

T – температура на поверхности источника излучения.

Функция $M_{\lambda T}$ имеет максимум при длине волны, определяемой соотношением Вина [5]:

$$\lambda_{max} = 2896/T \text{ [мкм]}, \quad (2)$$

где T – температура на поверхности источника излучения.

Данные расчетов сведены в таблицу:

Таблица – Расчетные данные зависимости длины волны и интенсивности излучения от температуры на поверхности нагревателя

T=30°C/303K		T=50°C/323K		T=70°C/343K		T=90°C/363K	
λ ; мкм	$M_{\lambda T}$; Вт/м ² мкм	λ ; мкм	$M_{\lambda T}$; Вт/м ² мкм	λ ; мкм	$M_{\lambda T}$; Вт/м ² мкм	λ ; мкм	$M_{\lambda T}$; Вт/м ² мкм
5	9,523	5	17,086	5	18,635	5	45,339
7	26,293	7	39,94	7	57,798	7	80,328
8	31,374	8	45,262	8	62,593	7,97	83,573
9,55	33,865	8,96	46,617	8,44	62,951	9	80,574
10	33,661	10	45,223	10	58,752	10	74,225
12	30,028	12	38,52	12	48,061	12	58,595
14	24,739	14	30,735	14	37,293	14	44,336

По полученным данным построены спектральные характеристики пленочного электронагревателя:

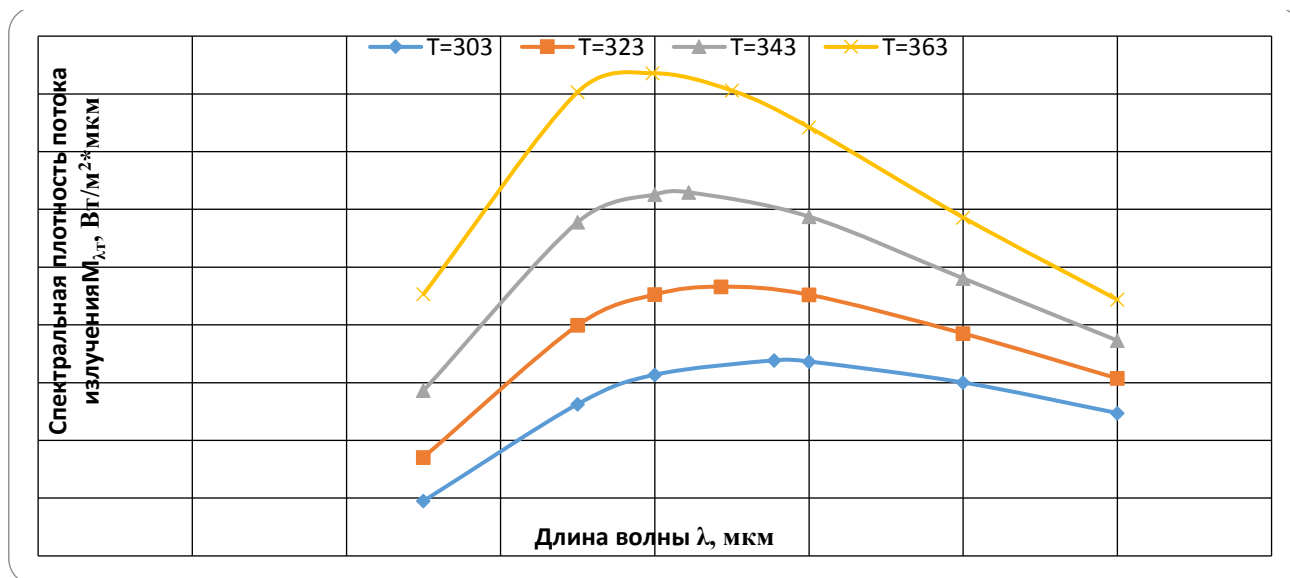


Рисунок - Графическая зависимость спектральной плотности потока излучения от длины волны при различной температуре на поверхности пленочного электронагревателя

Анализируя расчеты и полученные графические зависимости, нами были сделаны следующие выводы:

1. Для макарон предпочтительнее использовать температуру поверхности нагревателя от 40-60 °С при постоянном длительном режиме сушки, следовательно, излучение должно находиться в области средних длин волн от 8 до 9 мкм;

2. Увеличение температуры на поверхности нагревателя приводит к смещению максимума спектральной характеристики в область коротких длин волн, что может сказаться не благоприятно на качестве макаронных изделий, не смотря на рост спектральной плотности потока излучения;

3. Опираясь на данные полученные при построении спектральных характеристик пленочного электронагревателя и существующие спектры поглощения различных пищевых продуктов можно давать рекомендации по их сушке.

ИСТОЧНИКИ

1. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н. К вопросу об инфракрасной сушки томатов // Материалы LV международной научно-технической конференции «Достижения

науки – агропромышленному производству». Часть III. Челябинск – 2016. – С. 267-274.

2. Левинский В.Н., Попов В.М., Афонькина В.А. Разработка сушильной установки высоковлажного биологического сырья с применением пленочных электронагревателей // Материалы научно-практической конференции в рамках XXVI международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2016» Часть III. Уфа – 2016. – С.34-39

3. Патент №102771 РФ. Сушильная установка Попов В.М., Афонькина В. А., Кечкин А. А., Бюл. №7. 2011.

4. Афонькина В.А. Теоретические аспекты обоснования выбора пленочных ИК – излучателей для сушки термолабильных культур.// Вестник ЧГАА. – 2012. - Том 62. – С. 5-9.

5. Патент 100353 RU H05B 3/36 «Пленочный электронагреватель» Полевой Б.Г., Попов В.М - №2010115793, заявленный 20.04.2010, опубликованный 10.12.2010. Бюл. №34.

6. Левинский В.Н. Исследование характеристик ИК-излучателей.// АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АПК материалы VIII международной научно-практической конференции 2017. С. С 148-150.

7. Зудин Е. С., Попов В.М., Афонькина В.А. К Вопросу об инфракрасной сушке макаронных изделий.// Материалы VIII международной научно-практической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АПК». Саратов - 2017. С. 89-92.

8. Афонькина В.А. Инфракрасная сушка термолабильного сырья на примере зеленных культур. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук// Челябинск – 2014. - С.48-61.

УДК 621.313. 33, УДК 62.192

Ю.В.Иванкина, Д.П. Неструев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация: Статья посвящена оценке надежности системы электроснабжения в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: электрооборудование, электропроводка, надежность, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, эксплуатация

С возрастанием роли электроэнергии в сельскохозяйственном производстве повышается значение надежности электроснабжения как способности электрической сети в любой момент обеспечить электроэнергией присоединенных к ней потребителей.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения все электроприемники разделяются на три категории:

• электроприемники I категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение особо важных элементов коммунального хозяйства;

• электроприемники II категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

• электроприемники III категории — электроприемники, все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

В сельскохозяйственном производстве преобладают электроприемники I и II категорий. Поэтому обеспечение высокой надежности электроснабжения потребителей и токоприемников является основной и общей задачей, стоящей перед АПК. Проведем анализ отказов силовой электропроводки в тепличном хозяйстве Саратовской области.

Наблюдения и регистрация отказов электрооборудования проводилась на предприятии в течение 2017 года. По результатам исследования

можно сделать вывод о том, что значительная часть приходится на повреждение изоляции составило 29,4% от общего числа технологических нарушений.

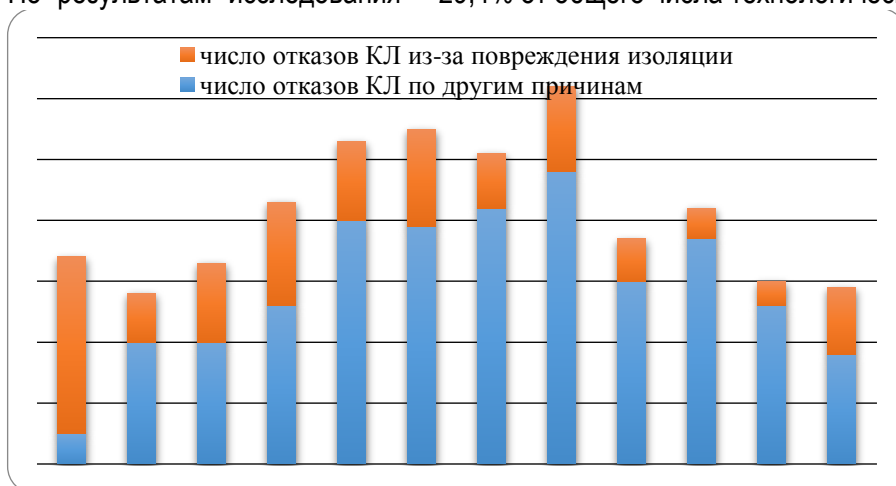


Рисунок 1 - Технологические нарушения работы силовой электропроводки

Результаты количественной оценки приведем в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Количественная оценка отказов по технологическим нарушениям

Технологическое нарушение	Кол-во, шт.	%
30 - естественное старение изоляции	102	18,2
01 – механическое повреждение	157	28
81 – коммутационные перенапряжения	23	4,1
19 – неудовлетворительная эксплуатация	32	5,7
21, 34 – дефект монтажа	243	43,3
прочие ситуации	4	0,7
Всего зарегистрировано отказов за 2017 год	561	100

Таблица 2 – Количественная оценка отказов по времени

месяц	Наработка, час	Кол-во, шт.
январь	0 - 744	38
февраль	744 - 1416	36
март	1416 - 2160	50
апрель	2160 – 2880	59
май	2880 - 3624	63
Июнь	3624 - 4344	66
июль	4344 - 5088	57
август	5088 - 5832	71
сентябрь	5832 - 6552	40
октябрь	6552 - 7296	44
ноябрь	7296 - 8016	34
декабрь	8016 - 8760	32

Оценим полученные в ходе эксплуатации данные с позиции теории надёжности. Имея данные о числе отказов (табл.1) за календарный 2017 год при средней наработке для силовой электропроводки $t=8760$ час/год определим вероятностные характеристики надёжности: вероятность безотказной работы $P(t)$ и интенсивность отказов $\lambda(t)$ для 1000 объектов:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} \quad (1)$$

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N(t) \cdot \Delta t} \quad (2)$$

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (3)$$

$$\lambda(t) = \frac{\sum_{i=1}^n n(t)}{N_0 \cdot \Delta t} \quad (4)$$

где $n(t)$ – число отказов электрооборудования в промежуток времени Δt , полученные по статистическим данным; N_0 – общее количество электрооборудования на объекте; $N(t)$ – количество исправно работающего оборудования в интервале времени Δt .

Выражения (1) и (2) используем для (3) и (4) – для ремонтпригодного определения характеристик надежности для электрооборудования. Данные расчета приведем в невосстанавливаемого оборудования, а выражения таблице 3.

Таблица 3 – Результаты оценки показателей надежности

месяц	Наработка, час	Вероятность безотказной работы	Интенсивность отказов, $10^{-5}, \text{ч}^{-1}$
	0	1,0	0,0
январь	0 - 744	0,962	5,1
февраль	744 - 1416	0,926	5,23
март	1416 - 2160	0,876	5,74
апрель	2160 – 2880	0,817	6,35
май	2880 - 3624	0,754	6,79
Июнь	3624 - 4344	0,688	7,18
июль	4344 - 5088	0,631	7,25
август	5088 - 5832	0,560	7,54
сентябрь	5832 - 6552	0,520	7,33
октябрь	6552 - 7296	0,476	7,18
ноябрь	7296 - 8016	0,442	6,96
декабрь	8016 - 8760	0,439	6,44

По результатам расчета построим зависимости вероятности безотказной работы и интенсивности отказов от времени работы электрооборудования.

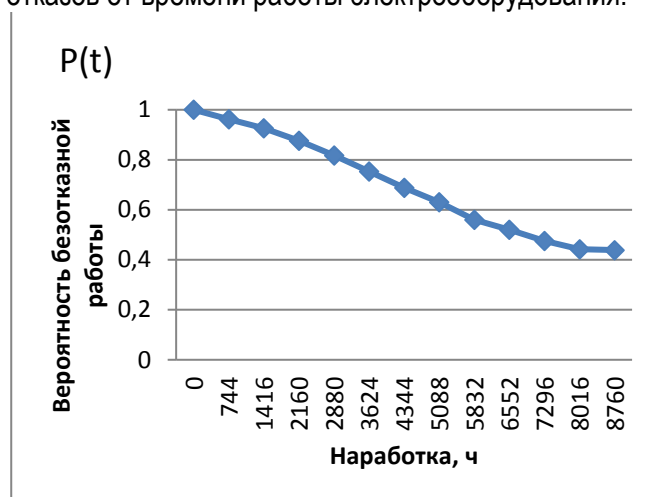


Рисунок 2 – Зависимость вероятности безотказной работы от времени

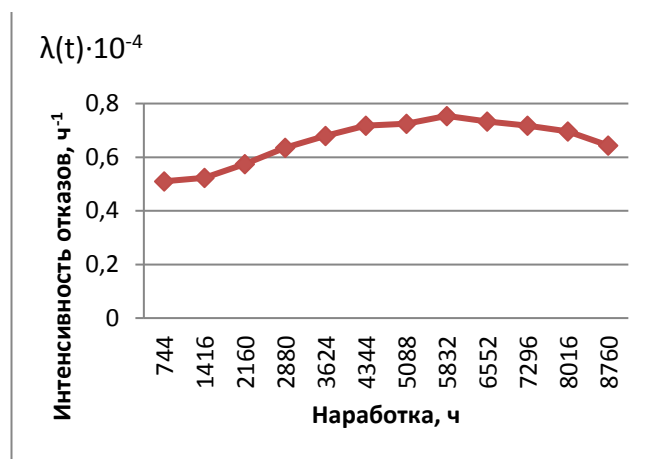


Рисунок 3 – Зависимость интенсивности отказов от времени

Как видно из графиков, с течением времени эксплуатации электрооборудования вероятность безотказной работы уменьшается, а интенсивность отказов возрастает. Обработка эксплуатационных данных отказов электрооборудования методом теории надежности позволяет прогнозировать наступление момента их предельного состояния.

ИСТОЧНИКИ

1.Трушкин В.А., Спиридонов А.А., Иванкина Ю.В. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации / Аграрный научный журнал, № 5, Саратов, 2015. С. 55-58.

2.Левин М.А., Иванкина Ю.В., Чурляева О.Н. Влияние коэффициента нагрузки на надежность электродвигателей насосных станций / Научное обозрение, № 8, Москва, 2015. С. 111-113.

3.Иванкина Ю.В., Левин М.А., Акишин Д.Д. Повышение надежности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве / В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А., Саратов, 2017. С. 93-96.

4.Спиридонов А.А., Логачёва О.В. Прогнозирование технического состояния электрооборудования / в сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А., Саратов, 2016. С. 222-223.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

На освещение в России ежегодно тратится около ста миллиардов киловатт-часов или около 12 процентов всего потребления электроэнергии, из них на уличное освещение расходуется приблизительно 4,5 миллиарда киловатт-часов [1].

В среднем, одна лампа уличного освещения потребляет 250 ватт, таким образом, за восемь часов расходуется два киловатта электроэнергии.

Повысить энергоэффективность (до 80 процентов) возможно с помощью использования светодиодных светильников с интегрированием интеллектуальной системы освещения в существующую [1].

Интеллектуальная система наружного освещения представляет собой совокупность технической конструкции, состоящей из опоры освещения со светодиодным светильником, яркость которого можно изменять при помощи диммирования, датчиков движения, освещенности и устройств связи, а также автоматизированной системы управления.

Согласно требованиям нормативно-технической документации РФ выключение уличного освещения полностью в течение ночи нежелательно и в большинстве случаев не допускается. В связи с этим необходимо обеспечить динамическое затемнение по требованию, регулирование которого осуществляют с помощью датчиков диммирования и движения. Как только датчики движения обнаруживают присутствие человека, свет становится ярче до установленного уровня. Будь то пешеход, велосипедист или водитель, объект движения будет всегда находиться в безопасном кругу света.

Интеллектуальная система наружного освещения может работать в двух режимах в зависимости от загруженности улицы и категории дороги:

1. Постоянный;
2. Индивидуальный;

Постоянный режим является компромиссным вариантом в плане экономии электроэнергии. Этот режим применяется в утренние и вечерние пики активности, когда на улице много людей, нет необходимости подсвечивать дорогу каждому участнику движения. Интеллектуальная система включает все фонари на одну яркость. Значение яркости определяется исходя из уровня естественной освещенности, с помощью датчиков освещенности.

При индивидуальном режиме предоставляется максимум возможностей для экономии. Этот метод применяется тогда, когда на улице небольшая интенсивность движения. Происходит, так называемая «подсветка траектории движения» каждого объекта.

Датчики движения обнаруживают и идентифицируют объект движения (пешеход,

велосипедист и автомобиль), при этом отфильтровывают нежелательные объекты, такие как небольшие животные, деревья, ветер и снег.

В интеллектуальную систему наружного освещения можно интегрировать альтернативные источники электроэнергии, такие как солнечные панели и ВЭУ с накопителями электроэнергии.

Установка интеллектуальной системы возможна, как и на вновь проектируемые объекты, так и на существующую инфраструктуру. Связь между светильниками осуществляется по технологии PLC (PowerLineCommunication) или по беспроводным каналам связи.

При использовании интеллектуальной системы освещения экономия электроэнергии может достигать 80%. Экономия зависит от места использования системы освещения. При использовании системы на промышленных территориях экономия может достигать 80 %, а в условиях плотной городской застройки – до 60%, в зависимости от интенсивности движения. При эксплуатации интеллектуальной системы освещения снижаются расходы на техническое обслуживание, увеличивается срок жизни ламп, уменьшается проблема светового загрязнения городских кварталов, повышается безопасность на улице.

Подводя итог можно сказать, что реальная экономия электроэнергии зависит от множества факторов, таких как: интенсивность движения, время года, погодные условия, режим работы системы освещения. Основным недостатком системы является дороговизна оборудования и комплектующих, а также отсутствие нормативно-правовой документации в России.

Интеллектуальные системы наружного освещения активно развиваются и применяются за рубежом. И по прогнозам аналитиков через 10-15 лет подобные системы полностью заменят традиционное уличное освещение в Европе [2]. В связи с тем, что в последнее время экономика России активно развивается, правительство запустило программу по благоустройству городской среды, и многие действия направлены на реализацию инновационных проектов, которые обеспечивают высокий уровень надежности, комфорта и экономии бюджетных средств, развитие и внедрение интеллектуальной системы наружного освещения в городскую среду является весьма актуальной задачей.

ИСТОЧНИКИ

1. Воздвиженская, А. Больше половины уличных фонарей и опор в России требуют замены... [Текст] / А. Воздвиженская // Российская газета. – 2016. - № 7133. – С. 28
2. Эннс, О. Интеллектуальные системы уличного освещения [Текст] / О. Эннс // Энергосбережение. – 2008. - № 1. – С. 58-62.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ЛИЧНОСТНОЙ ПАРАДИГМЫ

Аннотация: в статье рассматриваются условия реализации личностной парадигмы при проектировании педагогических технологий. Выделяются этапы проектирования, подчеркивается важность освоения проектирования на методическом уровне, предлагается ориентировочный алгоритм проектирования педагогических технологий.

Ключевые слова: педагогическое проектирование, педагогический контроль, алгоритм проектирования педагогических технологий.

Реализация личностной парадигмы при проектировании педагогических технологий связана: с ценностными ориентациями, в основе которых приоритетность личностного начала, с положениями педагогического менеджмента о человекоцентрическом подходе: об уважении к личности, оказании ей доверия, целенаправленного обеспечения успеха в деятельности; созданием условий для раскрытия личностью своего творческого потенциала. Если отправной точкой проектирования педагогических технологий является существующее, то задача создания технологий сводится к совершенствованию, рационализации, оптимизации. Такой методологический подход решает модификационную задачу, не меняя основ существующей системы.

Если же исходным моментом считать некое представление об идеальном состоянии системы, то задача проектирования педагогических технологий сводится к трансформации должного в существующее; данный методологический подход ставит проблему средств воздействия и критериев оценки изменения объекта. Возникает необходимость сопоставить "эволюционный" и "инновационный" подходы при решении проблем, выявить условия их разумного сочетания. Если же при эволюционном подходе появляются инновации, но не затрагивают основ системы, в которой возникли, а лишь более полно проявляют и используют ее потенциал, то можно заведомо ожидать ограниченности его применения.

Это объясняется тем, что по мере возникновения масштабных преобразований встают принципиально противоречивые задачи, которые требуют решения только с помощью инновационного подхода. Подтверждением невозможности механического сочетания двух противоположных позиций является опыт учителей-новаторов – яркие находки все же оставались лучшим образцом эволюционного подхода, не поднимались до системного пересмотра образовательных концепций. Такая точка зрения нашла подтверждение в трудах Л.М. Фридмана, В.Я. Ляудиса, В.Е. Родионова.

Исходя из общей логики в деятельности педагогического проектирования, можно выделить следующие этапы проектирования педагогических технологий: анализ ситуации, диагностика, выбор

идей для решения, формулировка идей, создание схемы-эскиза проекта, определение целей проектирования, прогнозирование, разработка и оценка вариантов решения, выбор наиболее эффективных вариантов, разработка обобщенных моделей действий, конкретизация задач, реализация проекта, организация непрерывной обратной связи, оценки процесса, доработки, корректировки, оформление проекта в конкретных продуктах педагогического творчества, экспертиза хода и результатов проектирования. Указанные этапы позволяют говорить об алгоритме проектирования (на концептуальном уровне). Следует отметить, что термин "алгоритм" применительно к такому процессу, как проектирование, может быть применен очень условно. Помимо случайностей, характерных для социальных объектов, проектирование связано с индивидуальной творческой деятельностью, поэтому строго задавать его этапы некорректно и невозможно. Тем не менее, алгоритм проектирования педагогических технологий /концептуальный уровень/ можно представить следующим образом: определение проблем, формулировка идей, выдвижение гипотез, определение целей проектирования, разработка критериев и различных вариантов, выбор эффективных вариантов, разработка стратегической программы управления реализацией проекта, определение условий и средств достижения целей, реализация проекта, корректировка, оценка, анализ и обобщение результатов, оформление результатов проектирования как продуктов педагогического творчества.

Однако проблема обучения педагогическому проектированию имеется. Что касается педагогических технологий, то концептуальный уровень их проектирования задает лишь самые общие направления. Представляется, что в процессе профессионального образования важно освоить проектирование на методическом уровне. По нашему мнению, этот уровень проектирования можно ассоциировать с ориентировочной основой действий педагога; он связан с отработкой, в общих чертах, этапов конкретного процесса обучения без скрупулезной детализации его. Ориентировочный

алгоритм проектирования педагогических технологий, который способствует деятельности по педагогическому проектированию и позволяет учесть необходимые этапы при разработке технологий обучения.

В соответствии с отобранным содержанием учебного материала (темы занятия), преподавателю необходимо сформулировать цели, обусловленные ориентацией на тот или иной уровень усвоения, что, в свою очередь, определяет критерии оценки и дает возможность разработать систему контроля качества усвоения. Контроль – это педагогическая технология управления, реализация которой ставит вопросы о том, в какой форме, на каком занятии, посредством каких заданий можно проверить качество усвоения учебного материала.

Ориентировочный алгоритм проектирования педагогических технологий (методический уровень): выбор темы проектирования педагогических технологий, выдвижение гипотез и отбор содержания учебного материала, формулировка целей, ориентация на уровень усвоения, разработка критериев оценки, системы контроля качества усвоения, выбор вариантов мотивационных и деятельностных педагогических технологий, проектирование деятельностных технологий для конкретного содержания учебного материала, проектирование педагогических технологий управления в сочетании с мотивационными и деятельностными технологиями, анализ и оценка результатов и оформление результатов проектирования.

УДК 802/809-07

З.И. Иванова, Е.С. Антошина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА ИНТЕГРАЛИЗМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Аннотация: В статье подвергаются анализу стратегические направления развития высшего образования. Исследуя положение дел в практике высшего образования и рассматривая теоретические предпосылки для решения образовательных проблем, авторы считают, что задачи проектирования связаны с диагностикой и прогнозом. Авторы рассматривают метод проектов как интегрированный компонент системы глобально-ориентированного образования.

Ключевые слова: принцип интегрализма, метод проектов, подготовка специалистов.

Необходимость осмысления положения дел в высшем образовании и концептуального определения стратегических направлений его развития вызывается двумя причинами: первая – это необходимость поиска новых подходов, связанных с изменениями динамики и качества развития общества и производства, вторая причина связана с необходимостью преодоления подходов к человеку, обществу, экономике, образованию, сложившихся в советский период. Осознание педагогической общественностью невозможности реализации старых, хорошо освоенных в традиционной педагогической практике подходов привело к тому,

Разработав систему контроля, целью которого является выявление отклонений полученных результатов от прогнозируемых, необходимо предусмотреть ряд вариантов мотивационных и деятельностных педагогических технологий. Затем следует выбрать наиболее оптимальные из них для усвоения содержания обучения, рассматриваемого как система профессиональных и общеинтеллектуальных знаний, умений и навыков, опыта деятельности и ценностных ориентаций, составляющих сферу профессиональной компетентности в данной области. После отбора вариантов педагогических технологий, оптимальных для конкретных условий, проектируется сочетание педагогических технологий управления с мотивационными и деятельностными. По мере проектирования постоянно осуществляется экспертиза (самоэкспертиза) и вносятся необходимые поправки в проекты педагогических технологий.

Итак, проектирование педагогических технологий является на наш взгляд одним из важнейших направлений педагогического проектирования в целом, и обучение этой исследовательской деятельности, так необходимой в повседневном труде учителей должно осуществляться в процессе повышения их квалификации и самообразования.

ИСТОЧНИКИ

Информационные технологии в языковом образовании: "диалог нибелунг" как средство формирования иноязычной коммуникативной компетенции студентов Калиниченко Э.Б., Иванова Л.М., Раздобарова М.Н., Ланина А.В.//Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017. № 5 (147). С. 62-65.

что фактически каждое высшее учебное заведение ищет новые пути развития, свою собственную концепцию. Сейчас активно создаются и апробируются новые учебные планы и технологии подготовки специалистов, но чаще всего эта инновационная деятельность ведется только на основе здравого смысла, что не позволяет аргументированно обсуждать вероятную эффективность и целесообразность нововведений. В частности, вопрос о количестве часов, отводимых на общекультурную, предметную, психолого-педагогическую и практическую подготовку будущего специалиста зачастую определяется предпочтениями

авторов учебных планов, не имеющими в основе содержательный анализ требований к деятельности выпускника и не учитывающими технологии обучения. Для субъектного приобщения к культуре, для превращения в субъекта собственной профессиональной деятельности обучающемуся необходима определенная свобода в выборе учебных курсов, в выстраивании собственной траектории образования. Это в свою очередь выдвигает определенные требования и к содержанию образования, и к технологиям обучения, и к управлению образовательным процессом. Важным является создание благоприятной эмоционально-интеллектуальной среды, вовлечение в деятельность по оцениванию и коррекции учебного процесса, использование личностно-развивающих методик обучения. Исходя из того, что основной характерной чертой педагогических технологий является то, что они ориентированы на обучающихся, которые реализуют творческий потенциал в учебной и учебно-производственной деятельности, обучение осуществляется с учетом индивидуальных особенностей конкретных личностей. С позиций личностно-ориентированного обучения выбор педагогических технологий, связан с решением задач по созданию условий достойного, комфортного овладения содержанием учебного материала каждым обучающимся. В этом смысле представляется необходимым обозначить личностную парадигму при проектировании педагогических технологий. Идеи проектного обучения возникли в начале прошлого столетия и получили развитие как метод проектов, или метод проблем, практически одновременно в США и в России. Гуманистическое направление в философии и образовании посредством этого метода разрабатывали американский философ и педагог Дж. Дьюи и его ученик В.Х. Килпатрик. Они предлагали строить обучение на активной основе через целесообразную деятельность обучающегося сообразно с его личным интересом.

В России внедрение проектных методов обучения в практику преподавания происходило под руководством русского педагога С.Т. Шацкого. К сожалению, из-за ошибок в апробации метод проектов Постановлением ЦК ВКП (б) в 1931 году был осужден, и с тех пор в России до недавнего времени

не предпринималось сколько-нибудь серьезных попыток возродить этот метод в профессиональном образовании. В последнее время метод проектов становится не просто популярным в нашей стране, но и «модным». Несмотря на то, что часто приходится слышать о широком применении этого метода в практике обучения, обычно речь идет о работе над той или иной темой, просто о групповой работе, о каком-то мероприятии, и все это называют проектом. Разумеется, со временем идея метода проектов претерпела некоторую эволюцию и становится интегрированным компонентом системы глобально-ориентированного образования. Обновление содержания образования и педагогического процесса на основе гуманистических идей, подготовка обучающихся к жизни в целостном взаимосвязанном мире, обеспечение равных возможностей для получения профессионального образования, независимо от нации, социального происхождения, здоровья, возраста обучающихся – атрибуты глобально-ориентированного образования. Великий индийский философ и педагог, основоположник концепции интегральной педагогики Ауробиндо Гхоша (1872-1950) предвосхитил некоторые глобальные образовательные проблемы современности и предложил пути их решения на основе принципа интегрализма. Это интеграция науки и религии в образовании, интеграция педагогики и теории решения изобретательских задач, согласование традиций и инноваций в содержании образования и педагогическом процессе, подготовка обучающихся к жизни во взаимозависимом мире. Мыслитель ратовал за синтез традиционных духовных ценностей Востока и современных видов знания Запада для преодоления разрыва между прагматизмом западной науки, направленной на установление господства над внешней природой, и идеализмом восточной философии, ориентированной на совершенствование внутренней природы человека

ИСТОЧНИКИ

Применение активных методов в рамках формирования межкультурной коммуникативной компетенции студентов / Раздобарова М.Н. // В сборнике: Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 250-256.

УДК 631.3

Е.А. Калашников¹, И.Г. Христачева²

¹Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов,

²Саратовский социально-экономический институт (филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова), Монтажный колледж

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ В АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы использования программируемых логических контроллеров для совершенствования систем автоматического управления процессом водоснабжения сельскохозяйственных объектов; приведены некоторые результаты создания программ для этих целей.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры, автоматизация процессов водоснабжения, языки программирования LD и CFC.

Автоматизация технологических процессов сельхозпроизводства является важным направлением снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции [1-5]. При этом использование для этих целей современных микропроцессорных программируемых технических средств представляется эффективным [6-8]. В частности, в настоящее время, для разработки систем автоматического управления (САУ) перспективным является использование программируемых логических контроллеров (ПЛК) [4-7,9].

В настоящей статье обосновано использование программируемых логических контроллеров для автоматизации водоснабжения сельхоз объектов, рассмотрены способы создания программ управления на стандартных языках программирования, в частности языках LD и CFC.

Вода необходима для производственно-технических нужд любого объекта АПК. Электромеханизация и автоматизация позволяет сократить затраты труда на доставку воды из различных источников, улучшают её качество, дают

возможность повысить продуктивность сельскохозяйственных животных. Вода так же необходима для тушения пожаров и других нужд [1,8].

Использование ПЛК для автоматизации водоснабжения позволяет заменить одним устройством любое необходимое количество отдельных элементов релейной автоматики, что увеличивает надежность системы, минимизирует затраты на ее тиражирование, ввод в эксплуатацию и обслуживание.

Программирование логического контроллера, например, ОВЕН ПЛК-110.32р осуществляется в среде CoDeSys 2.3, которая включает 5 специализированных редакторов для каждого из стандартных языков программирования: список инструкций (IL), функциональные блочные диаграммы (FBD), релейно-контактные диаграммы (LD), структурированный текст (ST), последовательные функциональные схемы (SFC). Так же поддерживаются языки CFC (непрерывные функциональные схемы) и упрощенный SFC не предусмотренные стандартом МЭК [10].

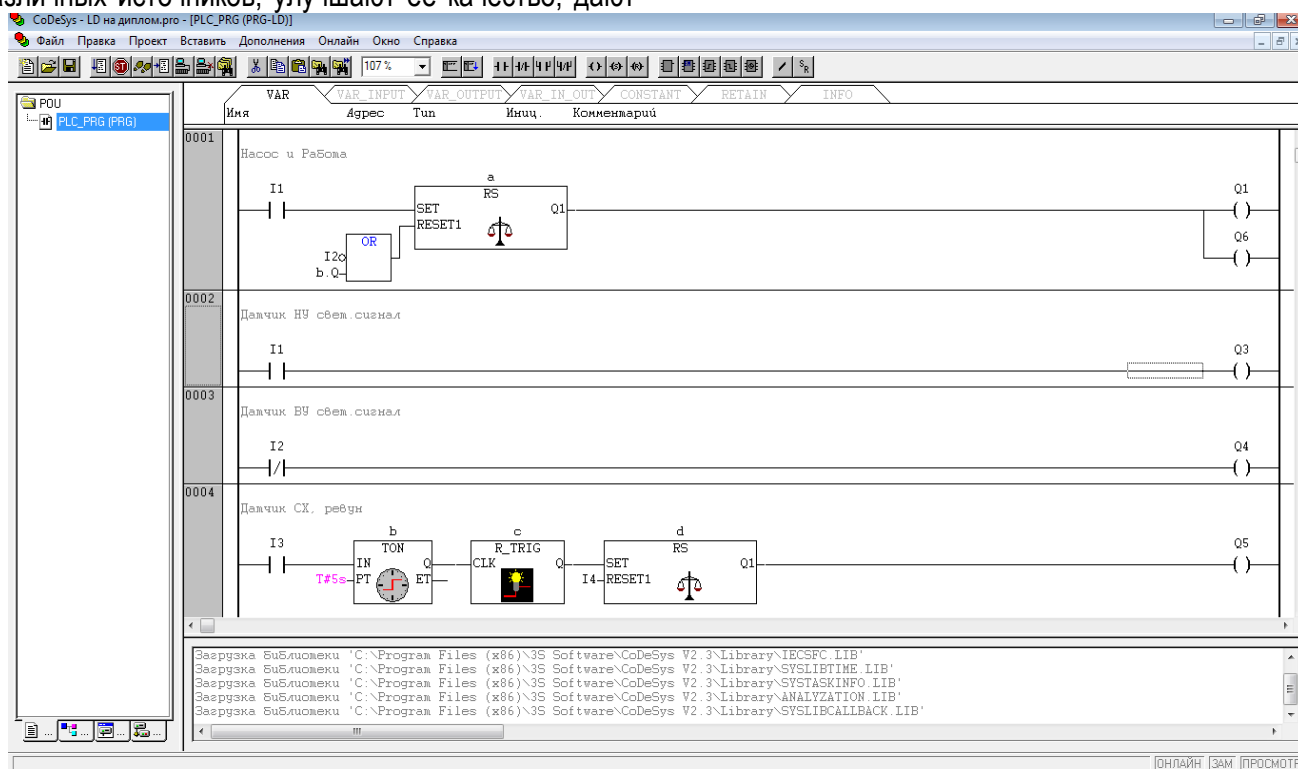


Рисунок1 – Программа на языке LD

На данный момент наибольшую популярность имеют языки программирования LD и CFC. Для составления программы автоматического водоснабжения, например, птицефабрики, воспользуемся языком программирования LD. На рисунке 1 приведена программа, написанная на языке LD. В левой его части располагаются входные

сигналы с датчиков уровней, обозначенные английской буквой I. В правой же части находятся катушки выходных реле ПЛК, управляющих насосом, световой и звуковой сигнализацией. Между входными и выходными составляющими находятся линии связи, функциональные блоки и элементы логики, из которых и составлен алгоритм работы программы.

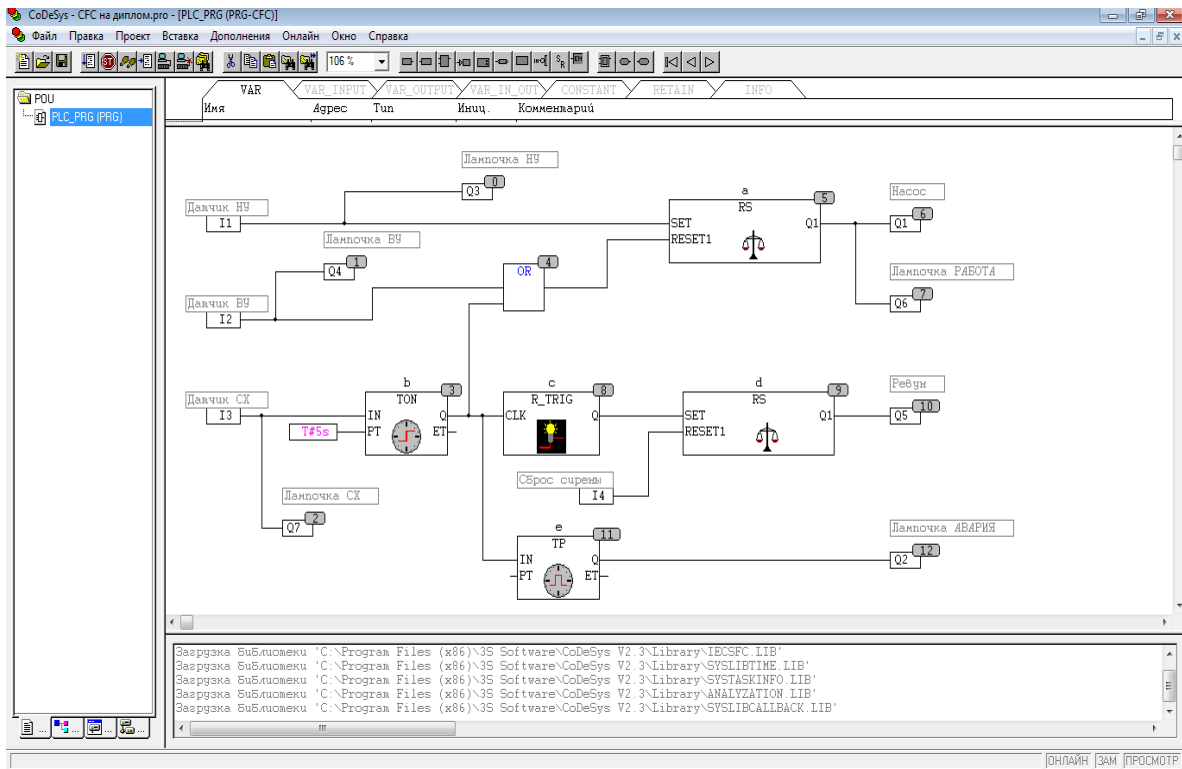


Рисунок 2 – Программа на языке CFC

На рис.2 приведена программа, написанная на языке CFC. В данном редакторе расположение входных сигналов, выходных сигналов, функциональных блоков, элементов логики и линий связи можно располагать на свое усмотрение. Что

позволяет упростить и ускорить процесс написания программ, а также способствует более комфортному отслеживанию пути прохождения управляющего сигнала при отладке программы [10].

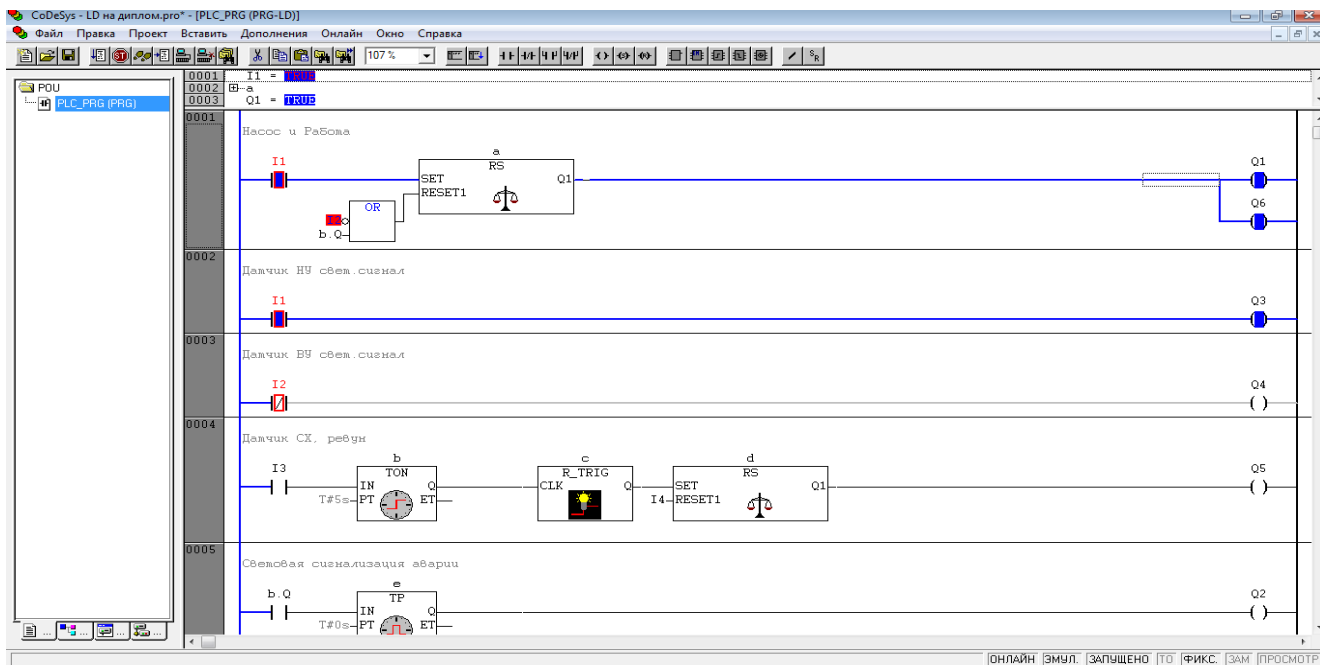


Рисунок 3 – Эмуляция программы на языке LD

После создания программы, ее работоспособность можно проверить при помощи эмуляции, не прибегая к монтажу и подключению к ПЛК. Во время эмуляции созданная программа выполняется не в ПЛК, а в компьютере, на котором запущен CoDeSys. В этом режиме допустимы все функции онлайн, что

позволяет проверить логическую правильность программ, не используя контроллер [10]. Пример эмуляции программы на языке LD представлен на рис.3. При установке сигнала управления на входе ПЛК I1 можно увидеть какой алгоритм проходит данный

управляющий сигнал, и какой выход будет задействован. Весь путь отмечается синим цветом.

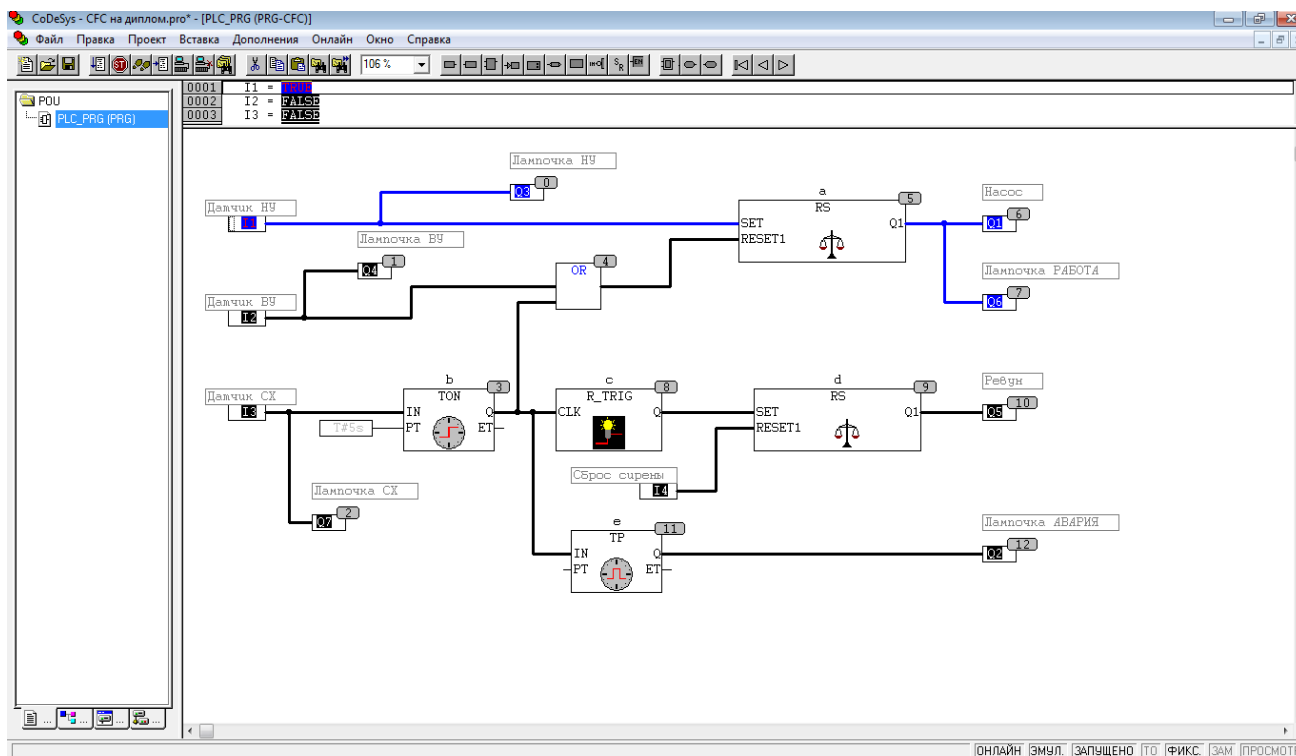


Рисунок 4 – Эмуляция программы на языке CFC

Аналогично проверяется программа, написанная на языке CFC, пример приведен на рис.4. Все входы и выходы подписаны комментариями для удобства отслеживания работы программы.

Так же в среде программирования CoDeSys возможна визуализация проекта. Визуализация предназначена для графического представления объекта управления и непосредственно связана с созданной в CoDeSys программой контроллера [10]. Редактор визуализации предоставляет набор готовых графических элементов, которые могут быть связаны соответствующим образом с переменными проекта. В

режиме онлайн представление элементов на экране изменяется в зависимости от значений переменных.

Проект визуализации для одной и той же программы, написанной на разных языках, будет один. Пример визуализации проекта приведен на рис.5. На визуализации представлена физическая модель водоснабжения и панель оператора со световой и звуковой сигнализацией. Данный проект посредством визуализации можно отображать на компьютере оператора через интерфейс Ethernet, так же есть возможность отслеживания через интернет браузер.

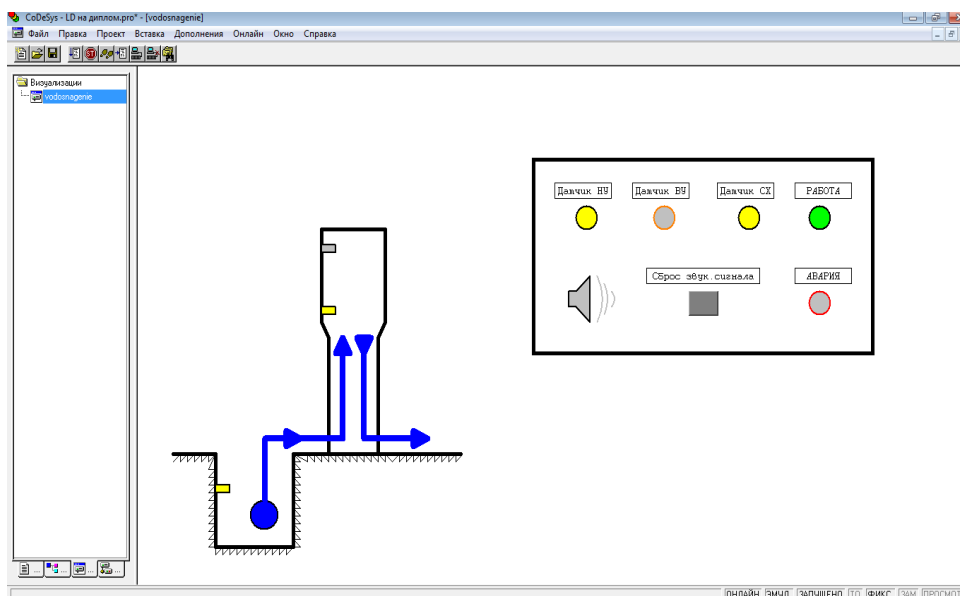


Рисунок 5 – Визуализация проекта

Таким образом, предварительный анализ показал, что использование программированных логических контроллеров, например, фирмы ОВЕН,

представляется перспективным для автоматизации водоснабжения сельскохозяйственных объектов.

ИСТОЧНИКИ

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учебное пособие для вузов / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005. – 352 с.

2. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.

3. Усанов, К.М. Проектирование электроустановок [Текст]: учебное пособие / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина. – Саратов: Амирит, 2017. – 123 с.

4. Каргин, В.А. Электрический преобразователь с автоподстройкой выходного усилия электромагнитного формователя колбасных изделий / В.А. Каргин, А.В. Волгин, А.П., Моисеев, О.В. Логачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, №2 (160), 2018. – С.176-180.

5. Massad, A.Kh. Система управления формователем колбасных изделий на базе программируемого логического контроллера / A.Kh. Massad, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, В.С.

Никитин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VIII Международной научно-практической конференции, 2017. – 175-177.

6. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова // Известия Международной академии аграрного образования, № 37, 2017. – С.15-18.

7. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-82.

8. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учебное пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. – 292 с.

9. www.owen.ru.

10. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. В.П. Дьяконова. –М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

УДК 533.6.011.6

Т.В. Карпухина, В.Н. Ковальногов, М.С. Бояркин

Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ДИФFUЗИИ ЖИДКОСТИ И ГАЗОВ В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛАХ

В настоящее время производство энергии из возобновляемых источников с использованием потенциала биомассы (включая бытовые и промышленные отходы) является перспективным направлением малой распределённой энергетики. При этом применение низкосортного биотоплива (повышенная остаточная влажность) снижает КПД энергетических установок (высокий механический и химический недожог), приводит к загрязнению окружающей среды. То есть развитие биотопливной энергетики требует решения актуальной задачи по повышению энергетического потенциала (обогащению) биотоплив. Решение указанной задачи связано с необходимостью разработки математической модели и методики численного анализа для исследования кинетики тепломассопереноса влаги и газов в капиллярно-пористом пространстве биотопливных элементов.

Процесс тепломассообмена в капиллярно-пористых телах в значительной степени усложняется в условиях изменения влагосодержания в поровом пространстве. В связи с этим при моделировании тепловлажностного состояния капиллярно-пористого тела необходимо учитывать особенностей материала (размер пор, их форма, расположение) интегрально через определение эффективных теплофизических свойств [1].

При процессе осушения нередко происходит значительное сокращение объема верхних слоев, что

зачастую приводит к появлению трещин в образе при достижении им критического значения. Этим критическим значением является влажность, соответствующая нижнему пределу пластичности, поэтому в начальные моменты сушки капиллярно-пористого тела главной задачей становится торможение резкого испарения влаги с поверхности тела.

В настоящее время разработана математическая модель кинетики тепловлажностного состояния капиллярно-пористых тел в процессе конвективной сушки. Задача формулируется и решается в нестационарной трехмерной постановке.

Математическая модель представляет собой систему дифференциальных уравнений теплопроводности (1) и влагопереноса (2) в нестационарной трехмерной постановке, а также начальное условие (3) и граничные условия теплоотдачи (4) и массоотдачи (5) с шести поверхностей тела [2]:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right); \quad (1)$$

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial W}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial W}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial W}{\partial z} \right); \quad (2)$$

$$\tau = 0: T = T_0, W = W_0; \quad (3)$$

$$\alpha_i (T_{fi} - T) - rG = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n}; \quad (4)$$

$$G = \beta_i (C_{fi} - C_w) = -D \frac{\partial W}{\partial n}. \quad (5)$$

где x, y, z – координаты декартовой системы, м;
 t – текущее время, с;
 T – температура кирпича, К;
 ρ – эффективная плотность кирпича, кг/м³;
 c – эффективная удельная теплоемкость кирпича, Дж/(кг·К);
 λ – эффективная теплопроводность кирпича, Вт/(м·К);
 W – влагосодержание, кг/м³;
 D – коэффициент диффузии жидкости в материале, м²/с;
 g – плотность массового потока пара с поверхности кирпича в анализируемой точке, кг/(м²·с);
 r – скрытая теплота испарения, Дж/кг;
 β_i – коэффициент массоотдачи с поверхности кирпича к сушильному агенту, м/с;
 C_{fi} – концентрация водяного пара в потоке сушильного агента, кг/м³;
 C_w – концентрация водяного пара на поверхности кирпича, кг/м³.

Рассмотренная методика численного исследования тепловлажностного состояния реализована в оригинальном программно-информационном комплексе (свид. о гос. рег.

УДК 631.371:621.311

Ю.А. Комарова, Ю.И. Рахимова

Самарский государственный технический университет, г. Самара

АНАЛИЗ РАБОТЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ

Аннотация: в данной работе проанализировано функционирование децентрализованных систем теплоснабжения в отдаленных регионах сельской местности на различных видах топлива и выявлены достоинства и недостатки рассматриваемых систем.

Ключевые слова: энергообеспечение, децентрализованное теплоснабжение, системы теплоснабжения.

В настоящее время особую актуальность для сельских районов приобретают системы децентрализованного теплоснабжения. Они работают на различных источниках энергии и обеспечивают нормированные параметры среды в определенных локальных зонах помещения. До сих пор не все отдаленные районы газифицированы и вынуждены использовать альтернативные виды топлива. Проанализируем эффективность работы некоторых из таких систем, работающих на твердом и жидком топливе, а также на электроэнергии.

Рассмотрим достоинства и недостатки сравниваемых систем теплоснабжения:

• *на твердом топливе:*

а) достоинства:

- стабильные цены на твердое топливо;
- разнообразие формата топлива: пеллеты, брикеты, мягкая сгораемая фасовка и др.;

программы для ЭВМ № 2016616597). Комплекс предназначен для моделирования процессов термической обработки капиллярно-пористого тела с определением следующих параметров: изменение во времени влагосодержания, температуры, градиента температуры во всех расчетных точках, потребное время сушки, тепловой поток, расходуемый на испарение влаги; количество теплоты, израсходованной на испарение влаги, общее количество теплоты, израсходованной на сушку капиллярно-пористого тела, скорость объемной усадки.

Исследования выполнены при поддержке Стипендией Президента РФ молодым ученым и аспирантам по проекту СП-3337.2018.1 "Моделирование и исследование кинетики тепломассопереноса влаги и газов в капиллярно-пористом пространстве в приложении к разработке перспективных биотоплив".

ИСТОЧНИКИ

1. Vladislav N. Kovalnogov, Tamara V. Karpukhina, and Evgeny A. Korotkov. Mathematic modeling of the kinetics of heat-and-humidity state of capillary-porous bodies under convection drying // AIP Conference Proceedings, 1738, 480005 (2016); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4952241>.

2. Карпухина Т.В., Ковальногов В.Н. Конвективная сушка керамического кирпича: моделирование, исследование и разработка энергоэффективной технологии. – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 150 p.

- высокая надёжность теплоснабжения;

б) недостатки:

- установка имеет низкий КПД;
 - затраты при эксплуатации высоки;
 - загрязнение окружающей среды;
- на жидком топливе:*

а) достоинства:

- высокая теплота сгорания топлива;
- установка имеет высокий КПД;

б) недостатки:

- повышенная экологическая нагрузка;
- на электроэнергии:*

а) достоинства:

- высокая автоматизация процесса генерации теплоты;
- низкие затраты труда;
- пожаробезопасность вследствие отсутствия высокой температуры нагревательных элементов;

- высокий КПД;
- экологическая чистота;

б) недостатки:

- высокая цена на электроэнергию.

Высокая стоимость электроэнергии сводит на нет все преимущества этого энергоносителя. Данное обстоятельство не позволяет нам рекомендовать его к повсеместному применению. Однако введение 3-х ставочного тарифа на отпуск электроэнергии позволит сделать этот энергоноситель более

доступным в ночные часы и позволит более рационально использовать 2,6 млн. т.у.т. в сельских районах.

ИСТОЧНИКИ

1. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й международной научно-технической конференции (16 – 17 мая 2012 года, г.Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 384 с.

УДК.621.313.333

В.А. Каргин, О.В. Логачёва, С.С. Лёвин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ЛИНЕЙНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ КЛИПСОВАНИЯ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В настоящей работе проведено сравнение надежности приводов с гидравлическим, пневматическим и линейным электромагнитным двигателем (ЛЭМД) в установках для клипсования колбасных изделий.

Ключевые слова: оценка надежности, электромагнитные приводы, линейные электромагнитные двигатели, клипсаторы колбасных изделий, вероятность отказов.

В процессе работы оборудования состояние деталей привода подвергаются разрушающим воздействиям производственной нагрузки, действию окружающей среды, и их состояние непрерывно ухудшается. Данные факторы ведут к возникновению и протеканию повреждений деталей машин, что, в свою очередь, приводит к остановке процесса производства, ухудшая его технологические и технико-экономические показатели [1-4].

Проведем сравнение надежности приводов с гидравлическим, пневматическим и линейным электромагнитным двигателем (ЛЭМД) в установках для клипсования колбасных изделий [5-7].

Сопоставление целесообразно провести по характерным показателям надежности: средней наработке на отказ $T_{cp}(t)$, вероятности $Q(t)$ и интенсивности отказов $\lambda(t)$ [8]. При этом для привода с гидравлическим или пневматическим двигателем принимались во внимание неисправности, возникающие как в силовом узле двигателя, так и во вспомогательных элементах – дросселе, масляном насосе, компрессоре, фильтре, приборах контроля давления и др.

Вероятность отказов привода с гидравлическим (пневматическим) двигателем $Q_{ГП}(t)$ и с ЛЭМД $Q_{ЛЭМД}(t)$ можно определить по выражению:

$$\left. \begin{aligned} Q_{ГП}(t) &= \sum_i Q_{ГП}^u(t) \cdot \sum_i Q_{ГП}^s(t); \\ Q_{ЛЭМД}(t) &= \sum_i Q_{ЛЭМД}^u(t) \cdot \sum_i Q_{ЛЭМД}^s(t), \end{aligned} \right\} (1)$$

где $Q^u(t)$ – вероятности износных отказов привода с гидравлическим (пневматическим) двигателем $Q_{ГП}^u(t)$ и линейным электромагнитным двигателем $Q_{ЛЭМД}^u(t)$; $Q^s(t)$ – вероятности внезапных отказов привода с гидравлическим (пневматическим) двигателем $Q_{ГП}^s(t)$ и ЛЭМД $Q_{ЛЭМД}^s(t)$.

Приведенные в [9,10] возможные виды неисправностей гидравлических (пневматических) приводов и ЛЭМД и значения вероятностей отказов $Q(t)$, вызванными этими неисправностями позволяют (1) представить в виде:

$$\begin{aligned}
Q_{ГП}(t) &= \sum_i Q_{ГП}^u(t) \cdot \sum_i Q_{ГП}^s(t) = (Q_{ми}^u(t) + Q_{д}^u(t) + Q_{зф}^u(t) + \\
&+ Q_{сэ}^u(t) + Q_{нкд}^u(t) + Q_{рс}^u(t) + Q_{yy}^u(t) + Q_{np}^u(t)) \times (Q_{ми}^s(t) + \\
&+ Q_{д}^s(t) + Q_{зф}^s(t) + Q_{сэ}^s(t) + Q_{нкд}^s(t) + Q_{рс}^s(t) + Q_{yy}^s(t) + Q_{np}^s(t)); \\
Q_{ЛЭМД}(t) &= \sum_i Q_{ЛЭМД}^u(t) \cdot \sum_i Q_{ЛЭМД}^s(t) = (Q_{офс}^u(t) + Q_{зфс}^u(t) + \\
&+ Q_{yy}^u(t) + Q_{кэ}^u(t) + Q_{np}^u(t)) \times (Q_{офс}^s(t) + Q_{зфс}^s(t) + Q_{yy}^s(t) + Q_{кэ}^s(t) + Q_{np}^s(t)),
\end{aligned} \tag{2}$$

где $Q_{ми}^u(t), Q_{д}^u(t), Q_{зф}^u(t), Q_{сэ}^u(t), Q_{нкд}^u(t), Q_{рс}^u(t), Q_{офс}^u(t), Q_{зфс}^u(t), Q_{yy}^u(t), Q_{кэ}^u(t), Q_{np}^u(t)$ –

вероятности появления неисправностей соответственно обрыва трубопроводов и шлангов, износа дросселя, засоренности фильтра, износа силовых элементов (поршня, цилиндра), выхода из строя приборов контроля давления, разгерметизация соединений, обрыва фазы обмотки статора, виткового замыкания фазы в обмотке статора, устройства управления, коммутационного элемента, и прочие отказы.

Выявленные с учетом опыта проектирования и эксплуатации основные неисправности приводов в таблицах 1 и 2 представлены соответственно для приводов с линейным электромагнитным и гидравлическим (пневматическим) двигателем [9,10].

Таблица 1 - Основные неисправности приводов с линейным электромагнитным двигателем

Вид неисправности	Вероятности отказов оборудования $Q(t)$ для привода с ЛЭМД
обрыв в фазе статора	$Q_{офс}(t)$ 0,31
витковое замыкание фазы в обмотке статора	$Q_{зфс}(t)$ 0,24
неисправность устройства управления	$Q_{yy}(t)$ 0,08
прочие неисправности	$Q_{np}(t)$ 0,06

выход из строя приборов контроля давления	$Q_{нкд}(t)$	0,13	0,13
разгерметизация соединений	$Q_{рс}(t)$	0,16	0,18
неисправность устройства управления	$Q_{yy}(t)$	0,08	0,08
прочие неисправности	$Q_{np}(t)$	0,06	0,06

Известно, что $Q(t)=1-P(t)$. Следовательно, $P(t)=1-Q(t)$

$$P(t)=1-0,31=0,69,$$

$$\lambda(t)=\frac{Q(t)}{P(t)}=0,31/0,69=0,45,$$

$$T_{cp} = 1/\lambda(t), T_{cp} = 1/0,45=2,22 \text{ ч.}$$

Таблица 2 - Основные неисправности приводов с гидравлическим и пневматическим двигателями

Вид неисправности		Вероятности отказов оборудования $Q(t)$	
		с гидроприводом	с пневмоприводом
обрыв трубопроводов и шлангов	$Q_{ми}(t)$	0,28	0,26
износ дросселя	$Q_{д}(t)$	0,08	0,08
засоренность фильтра	$Q_{зф}(t)$	0,10	0,9
износ силовых элементов	$Q_{сэ}(t)$	0,11	0,1

На рис.1 показаны общие вероятности отказов за время t для приводов с гидравлическим (пневматическим) двигателем и ЛЭМД, построенные с учетом значений таблицы 1 и 2. Сравнение кривых 1, 2 (рис.1) показывает, что среднее время наработки на отказ приводов с ЛЭМД $T_{cp}^{ЛЭМД}$ больше на $\Delta T_{cp} \approx 20 - 30\%$, чем для приводов с гидравлическим (пневматическим) двигателем $T_{cp}^{ГП}$ при прочих равных условиях.

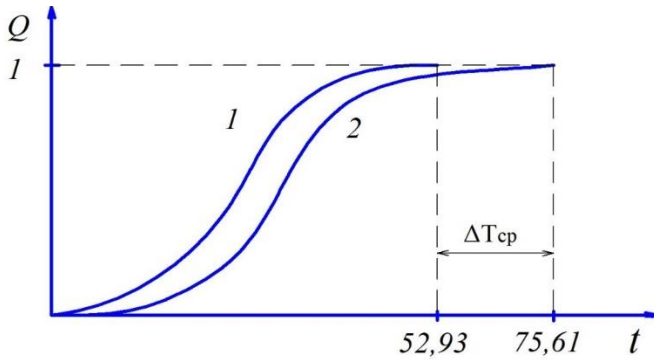


Рисунок 1 – Вероятность отказа $Q(t)$ привода с гидравлическим (пневматическим) двигателем (1) и линейным электромагнитным двигателем (2).

Важным показателем надежности является интенсивность отказов $\lambda(t)$, учитывающая

количество отказов за единицу времени t . Для приводов с гидравлическим (пневматическим) двигателем $\lambda_{ГП}(t)$ и с ЛЭМД $\lambda_{ЛЭМД}(t)$:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{ГП}(t) &= \frac{f_{ГП}(t)}{Q_{ГП}(t)}; \\ \lambda_{ЛЭМД}(t) &= \frac{f_{ЛЭМД}(t)}{Q_{ЛЭМД}(t)}, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $f_{ГП}(t)$, $f_{ЛЭМД}(t)$ – плотность вероятности отказов соответственно приводов с гидравлическим (пневматическим) двигателем и ЛЭМД.

С учетом рекомендаций [9,10] и соотношения (2) преобразуем (3) к виду:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{ГП}(t) &= f_{АД}(t) / \\ & / ((Q_{ми}^u(t) + Q_{\delta}^u(t) + Q_{зф}^u(t) + Q_{сэ}^u(t) + Q_{нк\delta}^u(t) + Q_{рс}^u(t) + Q_{yy}^u(t) + Q_{np}^u(t)) \times \\ & \times (Q_{ми}^6(t) + Q_{\delta}^6(t) + Q_{зф}^6(t) + Q_{сэ}^6(t) + Q_{нк\delta}^6(t) + Q_{рс}^6(t) + Q_{yy}^6(t) + Q_{np}^6(t))); \\ \lambda_{ЛЭМД}(t) &= f_{ЛЭМД}(t) / (Q_{офс}^u(t) + Q_{зфс}^u(t) + Q_{yy}^u(t) + Q_{кэ}^u(t) + Q_{np}^u(t)) \times \\ & \times (Q_{офс}^6(t) + Q_{зфс}^6(t) + Q_{yy}^6(t) + Q_{кэ}^6(t) + Q_{np}^6(t)). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На рисунке 2 представлены диаграммы интенсивности отказов $\lambda(t)$ для приводов с гидравлическими (пневматическими) двигателями и ЛЭМД.

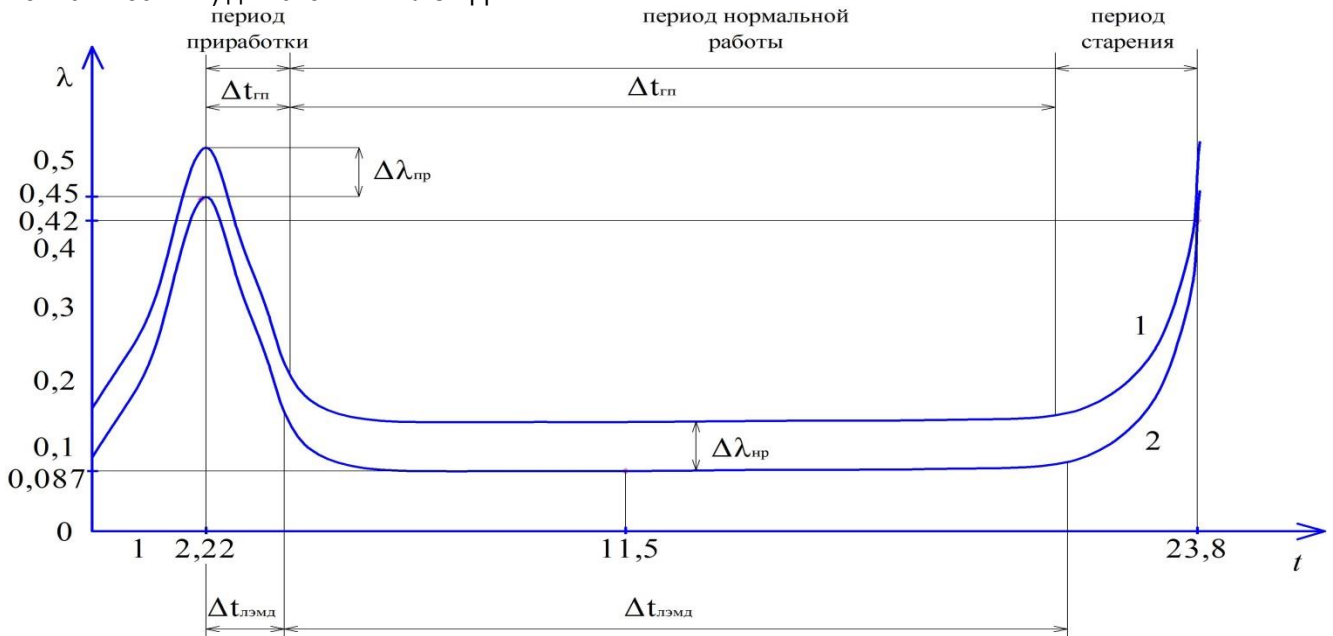


Рисунок 2 – Диаграмма интенсивности отказов приводов с гидравлическим (пневматическим) двигателем (1) и ЛЭМД (2)

Таким образом, краткий сравнительный анализ показывает, что применение ЛЭМД в приводе оборудования с возвратно-поступательным

перемещением РО позволяет снизить интенсивность отказов $\lambda(t)$ как в период приработки Δt^{np} , так и

в период нормальной работы Δt^{np} на $\Delta\lambda(t) = 9...13\%$, увеличить период нормальной эксплуатации на $\Delta t = 15...25\%$ и уменьшить количество отказов на $18...26\%$ по сравнению с гидравлическими (пневматическими) двигателями [8,9].

ИСТОЧНИКИ

1. Спиридонов, А.А. Прогнозирование технического состояния электрооборудования / А.А. Спиридонов, О.В. Логачева // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.
2. Спиридонов, А.А. К вопросу оптимизации надёжности электрических систем / А.А. Спиридонов, О.В. Логачева // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.
3. Трушкин, В.А. Оценка надёжности электрических систем в условиях эксплуатации / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал, № 5, 2015.
4. Спиридонов, А.А. Стоимостный подход к капитальному ремонту электрооборудования / А.А. Спиридонов, О.В. Логачёва // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.
5. Усанов, К.М. Использование линейного электромагнитного двигателя для упаковки

сельскохозяйственной продукции / К.М. Усанов, В.А. Ивченко, С.А. Ивченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2012. № 1. – С. 22-23.

6. Усанов, К.М. Импульсные электромагнитные двигатели в приводе оборудования пищевого производства / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко, С.М. Зубарев // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства, материалы Международной научно-практической конференции, 2010. – С.228-231.

7. Усанов, К.М. Перспективы применения импульсных электромагнитных машин в приводе оборудования для вязки колбасных батонов / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко // В сборнике: Технология и продукты здорового питания, материалы III Международной научно-практической конференции, 2009. – С.152-156.

8. Усанов, К.М. Оценка надёжности приводов машин с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2010. – С.339-343.

9. Усанов, К.М. Оценка надёжности электроприводов с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // В сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству, материалы XLIX Международной научно-практической конференции, 2010. – С.389-393.

10. Гринчар, Н.Г. Надёжность гидроприводов путевых, строительных и грузоподъёмных машин: учебное пособие / Н.Г. Гринчар. – М.: МГУПС, 2004. – 112 с.

УДК 631.3

В.В. Клейменов, В.В. Васильчиков

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ КОРПУСА ЭЛЕКТРОДНОГО ПАРОГЕНЕРАТОРА

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены методики исследования свойств материалов 3d-печати с целью определения соответствия их характеристик требованиям технологического процесса и оборудования.

Ключевые слова: экспериментальные исследования материалов для 3d-печати, методики исследований, приборы для экспериментов.

Повышение эффективности сельхозпроизводства является актуальной задачей обеспечения продовольственной безопасности страны [1-3]. Так для снижения стоимости и металлоёмкости производственного оборудования представляется важным обоснованная замена металлических деталей установок на пластиковые. Однако в процессе работы состояние деталей, изготовленных из подобных материалов, подвергаются разрушающим воздействиям производственной нагрузки, режимным факторам, действию окружающей среды, непрерывно ухудшается [4,5]. Данные факторы ведут к возникновению и протеканию повреждений деталей машин, что в свою очередь приводит к остановке процесса производства, ухудшая его технологические и технико-экономические показатели [6]. В частности, используемое в настоящее время в хлебопекарном

производстве расстоечная камера импортного производства, например, фирмы MIWE (Германия), представляется надёжным и эффективным оборудованием [7].

Однако при длительной эксплуатации возникают трещины и протечка в пластиковом корпусе электродного парогенератора, являющимся составной частью подобных установок (рис.1). Всё это приводит к длительному простоя, и как следствие, увеличению себестоимости конечного продукта.

Для изготовления пластиковых элементов конструкций производственного оборудования представляется перспективным использование технологии 3d-моделирования и 3d-печати [8,9]. Многообразие материалов для 3d-печати выдвигает задачу проведения экспериментальных исследований, целью которых является, оценка

соответствия их свойств требованиям к технологическому процессу и оборудованию.



Рисунок 1 – Корпус, непригодного к эксплуатации электродного парогенератора

В настоящей статье рассмотрены методики экспериментальных исследований свойств материалов для 3d-печати корпуса электродного парогенератора.



(а)



(б)

Рисунок 2 – Оборудование для определения твердости различных видов пластика, в зависимости от температуры

Прибор устанавливают вертикально, плоские изделия или образцы помещают непосредственно на столик.

При измерении твердости боёк определённой массы с алмазным наконечником свободно и вертикально падает с определённой высоты на испытуемую поверхность. Высота отскока бойка h принимается за характеристику твердости и измеряется в условных единицах [10]. Расстояние между двумя соседними отпечатками и от края образца или изделия до отпечатка должно быть не менее 2 мм. На участке изделия или образца, подлежащем определению твердости, должно производиться не менее пяти измерений. Среднее арифметическое результатов этих измерений принимаются за твердость данного изделия или образца при условии, что разность между наибольшим и наименьшим числом этих показаний твердости не превышает пять единиц. Если результаты измерения отличаются, более чем на пять единиц испытания повторяют, количество отпечатков

В парогенераторе используется прямой нагрев воды с помощью электродов до 80-87 °С. Таким образом необходимо разработать следующие методики:

- методика определения твердости различных видов пластика, например, ABS, SBS, PLA и др., в зависимости от температуры;
- методика испытания образцов пластика на электропроводимость.

Для определения твердости пластика в зависимости от температуры используется метод упругого отскока бойка по Бринеллю с применением универсального твердомера NOVOTEST T-УДЗ и сосуда с водой и нагревателем [10].

Образцы, устанавливаемые на столик твердомера, должны иметь толщину не менее 10 мм. Поверхность столика, на которую помещают испытуемое изделие или образец, должна быть ровной, свободной от масла и грязи (рис.2,а).

при этом удваивают. Во время испытания должен быть предохранён от воздействия ударов и вибрации.

Для определения влияния рабочих температур парогенератора на твердость пластика необходимо постепенно увеличивать ее до 100 °С и с интервалом в 20 °С определять твердость заданных образцов (рис.2.б). Для этого поместим образцы в сосуд с водой и нагревателем, средние измеренные значения необходимо занести в таблицу и по этим данным построить диаграммы твердости материалов.

Методы испытания изоляционных свойств диэлектрических частей оборудования предназначенных для работы в электрических сетях напряжением до 1000 В. Все электрические испытания должны проводиться в электролаборатории поверенными приборами. Испытание производится мегаомметром напряжением 2500 В в течение одной минуты. При этом сопротивление пластикового образца должно быть не менее 300 МОм. Материалы не должны иметь видимых повреждений, быть сухими и чистыми. Испытания проводятся двумя типами

мегаомметров: аналоговым и электронным. На краях образцов устанавливаем зажимы и производятся измерения согласно инструкции по эксплуатации аналогового мегаомметра, например, ЭС0202/2-Г, и цифровым, например, М4122.

Напряжение пробоя пластиковых заготовок проверяется, в частности высоковольтной установкой Robotron (рис.3). К образцу прикручивается фазный выход установки, а противоположная сторона заземляется. Далее включается установка и напряжение повышается до видимого пробоя материала, измеренные значения фиксируются в акте испытания.



Рисунок 3 – Высоковольтная установка Robotron

Таким образом, разработанные методики позволят провести экспериментальные исследования для наиболее полной оценки свойств различных видов пластик и соответствия их в качестве материала для 3d-печати корпуса электродного парогенератора.

УДК.631.365.314:633.88

К.А. Глухов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г.Саратов

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В ТЕПЛИЦЕ

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены системы вентиляции в теплице, обеспечивающие уровень влажности, поступление свежего воздуха.

Ключевые слова: система вентиляции, влажность, теплица, тепличные культуры, овощи.

В условиях холодного российского климата стабильный урожай овощей (огурцы, томаты) позволяет получать в теплицах. Теплица – теплое помещение для круглогодичного выращивания тепличных культур. Условия окружающей среды, в которых развивается растение, оказывают огромное влияние на все процессы его жизнедеятельности.

ИСТОЧНИКИ

1. Четвериков, Е.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности / Е.А. Четвериков, А.П. Моисеев, В.А. Каргин // Аграрный научный журнал, 2015. № 6. – С.69-72.
2. Усанов, К.М. Интенсификация охлаждения импульсных машин с линейными электромагнитными двигателями / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.С. Козлов // Техника в сельском хозяйстве, 2013. № 1 – С. 16-17.
3. Усанов, К.М. Динамическая эффективность однообмоточных электромагнитных ударных машин с различными рабочими циклами / К.М. Усанов, В.А. Каргин, И.В. Трубенкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2010. № 12 (74). – С. 75-78.
4. Усанов, К.М. Оценка надежности приводов машин с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2010. – С.339-343.
5. Усанов, К.М. Оценка надежности электроприводов с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко / В сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству, материалы XLIX Международной научно-практической конференции, 2010. – С.389-393.
6. Спиридонов, А.А. Прогнозирование технического состояния электрооборудования / А.А. Спиридонов, О.В. Логачева // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.
7. Клейменов, В.В. Технологии и материалы 3D-печати для запасных частей производственного оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII Международной научно-практической конференции, 2017. – С.125-128.
8. <http://3dcorp.ru/tehnology-3dprint.html>: Технологии и виды 3D печатей.
9. <http://www.rlocman.ru/review/article.html?di=148965> 3D принтеры: фабрика на столе.
10. ГОСТ 23273-78 Измерение твердости методом упругого отскока бойка.

способствуют возникновению заболеваний растений, распространению вредителей. Поэтому необходимо соблюдать требования, такие как поступление в помещение чистого свежего воздуха вместо удаленного; создание необходимой влажности в помещении; регулирование скорости движения воздуха [1].

Интенсификация в теплице, сопровождающаяся высокой концентрацией углекислого газа, требует применения эффективных систем вентиляции.

На рисунке 1 представлена классификация системы вентиляции теплицы.

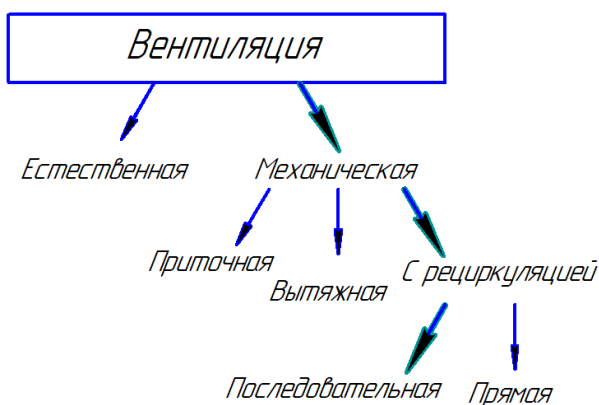


Рисунок 1. Системы вентиляции

Естественная система вентиляции в теплице подразумевает возможность самостоятельного ручного проветривания путем периодического открывания-закрывания форточных отверстий. Ручной метод имеет свои преимущества: не нужно тратиться на дополнительные приборы, экономия электроэнергии, но есть и недостатки – это необходимость постоянного присутствия человека [2].

При механической вентиляции воздухообмен происходит за счет разности давления, создаваемой вентилятором. Этот способ вентиляции более эффективен, так как воздух может быть доведен до требуемой влажности. В механических системах вентиляции используются системы автоматики, позволяющие контролировать движение воздуха и перемещать его в больших пространствах. Такие системы могут подавать и удалять воздух в необходимом количестве, независимо от изменяющихся условий окружающей воздушной среды. Все это невозможно в системах естественной вентиляции [2,3].

Приточная система механической вентиляции служит исключительно для подачи свежего воздуха.

Вытяжная система механической вентиляции служит для понижения уровня влажности в сырых помещениях. Недостатками такой системы является невозможность исключить резкое изменение относительной влажности.

Система рециркуляции служит для перемещения воздуха внутри помещения, способна частично или полностью возвращать воздух в систему вентиляции. Это дает возможность обеспечивать плавное изменение уровня влажности.

Существует два вида систем рециркуляции (вентиляции) воздуха в теплицах: прямая и последовательная.

Прямая система рециркуляции предусматривает размещение вентиляторов в два ряда по обе стороны от центральной дорожки в направлении торцевых стен теплицы. Такая схема размещения вентиляторов обеспечивает эффективную циркуляцию воздуха. Недостатками данной системы являются:

- Отсутствие возможности использования такой системы в больших теплицах;
- Отсутствие равномерности движения воздуха в случае отказа одного вентилятора.

При последовательной системе рециркуляции воздуха вентиляторы размещаются в ряд последовательно один за другим, от одной до другой торцевой стены теплицы, таким образом, чтобы направления потока воздуха от соседних рядов вентиляторов были противоположными. В результате создается единый воздушный поток вдоль всей теплицы. Такая схема рециркуляции воздуха особенно эффективна для поддержания уровня влажности. Последовательная вентиляция позволяет создавать и поддерживать на заданном уровне воздухообмен в теплице. В случае выхода из строя одного из вентиляторов, перепад в уровне влажности минимален. Данная система универсальна для любых тепличных растений. Скорость вращения вентиляторов может регулироваться автоматически.

ИСТОЧНИКИ

1. Каталог Seminis «Технология выращивания огурца в условиях защищенного грунта» 2017 г.
2. Грингауз, Ф.И. Слесарь-жестянщик по промышленной вентиляции: / Ф.И. Грингауз. – М.: Рипол Классик, 2013 –С. 266.
3. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья: / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев. – Аграрный научный журнал, № 7,2017.–С.78-83.

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены направления развития средств диагностики и наиболее перспективные методы выявления дефектов оборудования.

Ключевые слова: диагностика электрооборудования, дефекты электрооборудования, тепловизионный контроль.

Целью диагностирования является обеспечение рациональной эксплуатации электрооборудования при требуемых показателях надежности и сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Основной задачей диагностирования является получение правдивой информации о техническом состоянии электрооборудования в процессе эксплуатации [1]. Эта задача решается с помощью средств измерения, контроля, анализа и обработки полученных значений параметров электрооборудования, а также путем управления оборудованием в соответствии с алгоритмом диагностирования.

Для каждого вида оборудования характерны свои типовые дефекты, многократно встречающиеся в эксплуатации. Объединив все дефекты и признаки их появления в разные группы, получаем структуру диагностирования электрооборудования:

1. Проверка функционирования;
2. Выявление дефектов;
3. Оценка и прогнозирование работоспособности.

Функции и средства диагностирования технического состояния электрооборудования может осуществляться как специальными приборами, так и устройствами, которые могут осуществлять постоянный или периодический автоматический контроль за техническим состоянием и сигнализировать о наступлении предаварийного состояния (рис.1), но все процессы диагностирования технических объектов включает в себя следующие функции:

- оценка технического состояния объекта;
- обнаружение и определение места локализации неисправностей;
- прогнозирование остаточного ресурса объекта;
- мониторинг технического состояния объекта.



Рисунок 1 Средства диагностики.

Оптимальный выбор диагностических средств должен обеспечивать минимальную стоимость проверки элементов, минимум издержек от погрешности проверки элементов, а также максимальную экономическую эффективность применения средств.

Большое разнообразие видов оборудования и задач технического диагностирования привело к тому, что в настоящее время применяются средства диагностирования самых различных принципов

построения и назначения. Основными методами диагностики электрооборудования является: измерение сопротивления изоляции и заземляющего устройства, измерение диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) и емкости, испытание изоляции повышенным напряжением, анализ масла (ФХА и ХАГР), индикация частичных разрядов и тепловизионный контроль (ТВК), индикация частичных разрядов (ИЧР).

Нормами предусматриваются как традиционные испытания, так и испытания широко применяемые в

последние годы и подтвердившие свою эффективность [2,3] (например, хроматографический анализ газов, растворенных в масле, инфракрасная диагностика и др.) [4].

При организации и проведении испытаний необходимо выполнять все требования действующих Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок и соответствующих разделов инструкций к испытательным установкам.

Наиболее перспективными являются устройства для диагностирования электрооборудования, которые могут осуществлять постоянный или периодический автоматический контроль за техническим состоянием и сигнализировать о наступлении предаварийного состояния.

Система диагностирования без отключения оборудования создает возможность перехода к современной, более эффективной стратегии его обслуживания — по техническому состоянию. При этом экономический эффект определяется не только снижением аварийности оборудования, но и уменьшением затрат на проведение периодических планово-предупредительных ремонтов.

Тепловизионный контроль является одним из основных направлений развития высокоэффективной системы технической диагностики, которая обеспечивает возможность контроля теплового состояния оборудования и сооружений без вывода их из работы, выявления дефектов на ранней стадии развития, сокращения затрат на техническое обследование за счет прогнозирования сроков и объема ремонтных работ [5].

Ввиду раннего выявления дефектов уменьшается ущерб от повреждений оборудования. Снижаются

затраты на контроль: не надо выводить из работы все оборудование, отключается лишь то, в котором при испытаниях под напряжением выявлены дефекты.

Перспективы широкого применения устройств и систем для диагностирования объясняются тем, что электрооборудованием возможно управлять благодаря наличию аппаратуры управления и схем автоматизации его работы. Автоматические диагностические устройства целесообразно устанавливать для контроля за электрооборудованием, отказы могут привести к большому ущербу, а также за электрооборудованием, доступ к которому затруднен или невозможен.

ИСТОЧНИКИ

1. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций : учебное пособие / А. И. Хальясмаа [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 64 с.
2. Объемы и нормы испытаний электрооборудования РД 34.45-51.300-97 с.
3. РД 153-34.0-20.363-99 Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ.
4. Соловьев С.В. Проблема диагностики силовых трансформаторов / Соловьев С.В., Филонова Д.Н. // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. ФГБОУ ВО "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I"; Под общей редакцией: В. И. Оробинского, В. Г. Козлова. 2016. С. 352-355.
5. Соловьёв С.В. Тепловизионный контроль состояния электроустановок белгородских электрических сетей с помощью прибора FLIRI50 / Соловьёв С.В., Филонова Д.Н. // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 11-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Под общей редакцией Р.А. Ковалева. 2015. С. 371.

УДК 621.3

В.В. Коваленко, Степанов С.Ф., Нарезина П.А.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ

Аннотация: В статье рассмотрена реализация энергетической стратегии России на основе данных инновационной деятельности организаций.

Ключевые слова: инновационная деятельность, энергетическая стратегия, технологии

Стратегической целью составляющей государственной энергетической политики является создание устойчивой национальной инновационной системы в сфере энергетики для обеспечения российского топливно-энергетического комплекса высокоэффективными отечественными технологиями и оборудованием, научно-техническими и инновационными решениями в объемах, необходимых для поддержания энергетической безопасности страны.

В ходе реализации Энергетической стратегии России на период до 2020 года было обеспечено проведение большого комплекса работ по приоритетному направлению «Энергетика и

энергосбережение» в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», программы «Национальная технологическая база» на 2007 - 2011 годы, проекта «Национальная технологическая платформа».

В истекший период были созданы научные основы, разработаны технологии и опытно-промышленные образцы оборудования и материалов, включая:

- перспективные технологии и новые виды электротехнического оборудования для передачи, распределения и потребления электрической энергии;

- установки энергетического и транспортного назначения, работающие на альтернативном топливе;

- модельный ряд когенерационных установок (мини-теплоэлектроцентрали) модульного типа;
- энергосберегающие и экологически безопасные осветительные приборы нового поколения на светодиодах и безртутных газоразрядных лампах;
- технологические основы оперативной диагностики электротехнического оборудования и т.д.

В таблице показана инновационная активность предприятий за 2010 -2016 годы по данным федеральной службы государственной статистики.

Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций)¹⁾, по субъектам Российской Федерации

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	(процентов)						
Российская Федерация	9,5	10,4	10,3	10,1	9,9	9,3	8,4
Центральный федеральный округ	8,6	10,2	10,9	10,7	10,9	10,9	10,3
г. Москва	13,3	18,6	18,6	18,3	18,8	19,7	16,1
Северо-Западный федеральный округ	9,4	11,2	11,0	10,7	10,3	9,6	8,3
г. Санкт-Петербург	13,0	18,9	18,8	18,0	18,9	17,2	14,8
Южный федеральный округ	7,5	6,5	7,4	7,2	7,7	7,6	7,1
Краснодарский край	6,2	6,1	7,4	5,6	6,2	6,5	9,1
Астраханская область	12,8	5,2	5,8	9,0	12,4	12,1	9,1
Северо-Кавказский федеральный округ	6,2	5,2	6,4	5,9	6,5	4,7	2,9
Ставропольский край	7,2	5,8	8,8	8,1	8,3	6,8	4,9
Приволжский федеральный округ	12,3	12,7	11,9	11,7	11,4	10,6	9,4
Республика Татарстан	14,9	18,1	19,1	21,0	20,5	20,5	21,3
Чувашская Республика	15,7	15,2	20,9	18,8	23,7	24,0	24,5
Самарская область	12,1	9,8	6,3	5,4	5,8	5,0	3,9
Саратовская область	6,4	5,5	7,0	6,4	6,8	6,3	4,8
Ульяновская область	7,6	8,0	6,3	7,1	5,1	5,2	3,6
Уральский федеральный округ	11,5	11,5	10,6	9,6	8,9	7,9	8,2
Тюменская область без АО ²⁾	11,5	12,5	12,3	12,9
Челябинская область	9,9	10,9	11,5	9,8	8,5	9,2	7,0
Сибирский федеральный округ	8,2	8,8	8,5	9,1	8,8	8,0	6,9
Алтайский край	8,2	11,0	10,5	11,3	11,4	12,0	12,4
Томская область	18,4	15,7	11,4	14,6	13,7	12,8	12,2
Дальневосточный федеральный округ	8,6	11,2	10,8	9,5	8,9	7,2	6,4
Камчатский край	9,6	21,8	23,5	14,3	12,3	11,8	12,7
Магаданская область	34,3	33,6	24,6	24,6	15,1	14,3	12,2

Из нее видно, что практически по всей территории нашей страны идет спад инновационной деятельности предприятий, в том числе и в Саратовской области, снижение почти на 2%. Основное производство инновационных продуктов пришлось на 2009-2013 годы.

В настоящее время идет активная поддержка государством проектов программы национальная

технологическая платформа «Энергетика».

Вывод. Значительные возможности экономии энергетических ресурсов имеются при их потреблении на большинстве предприятий.

ИСТОЧНИКИ

1. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru/> дата обращения 16.04.2018 г.

УДК 621.311.1.001.25

Н.К. Катаева

Южноуральский государственный аграрный университет, Институт агроинженерии,
г. Челябинск

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЗАЩИТНО-ОТКЛЮЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 КВ

Аннотация: смоделирована работа защитно-отключающих устройств в сельских сетях напряжением 0,38кВ

Ключевые слова: несимметрия, УЗО, модель.

Несимметрия токов и напряжений в линиях 0,38 кВ зависит от мощности потребителей вдоль линии и длин неполнофазных участков. Следует учитывать, что несимметрия токов и напряжений оказывает не только отрицательное воздействие, на работу

потребителей и элементов сети, но и вызывает неправильное действие защитно-отключающих устройств.

Мы считаем, что разработки моделей ЗОУ (УЗО) для сельских электрических сетей напряжением 0,38 кВ надо вести в двух направлениях:

Первое направление – это создание функциональной модели УЗО в сетях 0,38 кВ с учётом воздействующих параметров.

Второе направление – это создание такой модели, которая давала бы возможность теоретического описания явлений в системе электробезопасности.

Многие авторы [1, 2] ограничиваются оценкой несимметричных режимов на шинах 0,4 кВ трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, а значит не рассматривают зональное воздействие несимметрии на УЗО.

Для реализации этого вопроса мы предлагаем функциональную схему модели УЗО в сетях 0,38 кВ (рис. 1), которая содержит две ступени защиты.

Первая ступень включает в себя интегрирующие элементы в трёхфазных сетях. Вторая ступень – это единичные защитные устройства в однофазных сетях, характеризующиеся двумя параллельными ветвями, одна ветвь питает энергоёмкие электроприёмники, причём они могут быть критичными и некритичными к частоте

питающего тока. Другая ветвь характеризуется неэнергоёмкими электроприёмниками (компьютеры, телевизоры и прочее).

НГ I – энергоёмкие (критичные и некритичные к частоте) электроприёмники

НГ II – не энергоёмкие электроприёмники

Входными величинами в УЗО I ступени от ТП 6, 10/0,4 кВ является частота (f), напряжение (U), отклонение напряжения (δU), ток (I), и $\cos \varphi$. Для II ступени – ток (I), напряжение (U), отклонение напряжения (δU).

Факторами, влияющими на работу УЗО, являются вибрация (δ), температура окружающей среды (t), влажность (w), и компоненты агрессивной среды (χ).

Величина протекающего тока учитывает нормальный, аварийный и послеаварийный режимы. Нормальный режим определяется пусковыми и рабочими токами. УЗО обеих ступеней работает в зоне влияния электромагнитных полей, а, следовательно, необходимо учитывать влияние ЭДС ($E_{a\delta}$) и её наибольшее значение ($E_{i\delta}$).

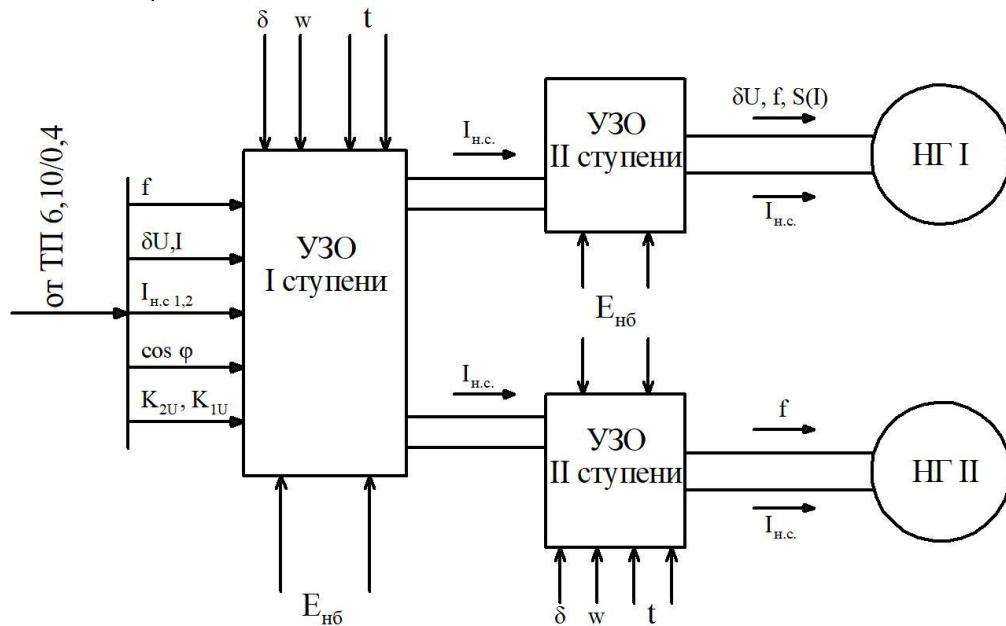


Рисунок 1 – Функциональная схема модели ЗОУ в сетях 0,38 кВ, где δ - вибрация; t – температура; w – влажность; χ – компоненты агрессивной среды.

Трёхфазные сети и подключенные к ним УЗО I ступени соответствуют параметрам, определяющим качество электрической энергии – коэффициенту обратной последовательности (\hat{E}_{2U}) и коэффициенту нулевой последовательности (\hat{E}_{0U}). Эти параметры определяются протекающим током несимметрии $I_{1,2}$.

Зоны УЗО II ступени характеризуются токами несимметрии I и II ветвей. Эти токи являются обобщёнными показателями работающих УЗО и нагрузок.

Для теоретического описания явления защитной функции в системе электробезопасности предлагается создание математической модели (ММЗ). Она предполагает выполнение расчётов токов короткого замыкания, оценку эксплуатационных и аварийных режимов электрооборудования сельских электрических сетей 0,38 кВ.

При этом ММЗ должна удовлетворять требованиям устойчивости, позволять учитывать эффект вытеснения тока в контурах и изменять

расчётные условия согласно изменению параметров сети.

ММЗ представляет собой многомашинную систему из ведущей и ведомой частей. Она позволит адекватно и с приемлемой точностью отражать натуральные процессы и режимы работы электрооборудования, варьировать любую комбинацию электрооборудования при любой расчётной нагрузке в сопряжении с любыми системами возбуждения и регулирования.

Работа с моделью предусматривает:

- выбор электрической схемы сети;
- выбор локальной базы данных и изменение параметров сети;
- учёт системы электродвигательной и обобщённой нагрузки потребителей;
- расчёт параметров схем замещения электрической сети с ЗОУ;
- расчёт статических характеристик потребителей;
- расчёт эксплуатационных и аварийных режимов сети с элементами ЗОУ.

Модель позволяет определить оптимальный состав основного оборудования и главную схему соединений в процессе вычислений, а также программировать перевод сети от режима работы параллельно с системой в автономном режиме, учитывать пуски (самозапуски) электродвигателей и типовые аварийные ситуации. Это даёт возможность имитировать режим электрической сети при заданном коротком замыкании при пуске электродвигателей и внезапном отключении системы.

УДК 621.311.1.001.25

Н.К. Катаева

Южноуральский государственный аграрный университет, Институт агроинженерии,
г. Челябинск

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ АПК

Аннотация: рассмотрена организация систем безопасности в электроустановках АПК на современном этапе
Ключевые слова: электробезопасность, УЗО.

Социально-экономические изменения, произошедшие в нашей стране ухудшили состояние электроэнергетики в агропромышленном комплексе (АПК) до такого уровня, что электрические сети и оборудование могут быть источниками повышенной опасности для человека и животных.

Для нормальной эксплуатации электрооборудования по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) необходимы инвестиции государства и частных предпринимателей в лице фермеров.

Проблему электроэнергетики и безопасной эксплуатации электроустановок быстро решить не получится. Необходимо поэтапно реконструировать систему безопасности путём внедрения современных аппаратов защиты – устройств защитного отключения (УЗО) в сочетании с предохранителями и автоматическими

Математическая модель ЗОУ должна отражать материальный баланс и математические преобразования согласно дифференциальному уравнению n-го порядка, решение которого позволит рассчитать параметры защитно-отключающего устройства.

Нами предлагается следующая общая математическая модель ЗОУ:

$$W = f(\alpha_i; x_i; \xi_i),$$

где W – параметр оптимизационной модели, описывающий влияние факторов на работу ЗОУ; α_i – учтенные факторы; x_i – неизвестные факторы; ξ_i – неопределённые факторы.

и более конкретная модель ЗОУ:

$$W = \alpha_i \cdot d_i^2 + b_i \cdot X_i^2 + c_i \cdot \xi_i^2 + 2 \cdot c_{ij} \cdot d_i X_j + 2 \cdot d_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \xi_i +$$

$$+ 2 \cdot q_{ij} \cdot X_i \cdot \xi_i + F_i \cdot \alpha_i + G_i \cdot X_i + Q_i \cdot \xi_i + R$$

Определение параметров представленной модели предполагается как в детерминированных, так и в стохастических неопределённых случайных процессах.

ИСТОЧНИКИ

1. Банько И.С. Токовая защита на нелинейных элементах линий электропередачи 6, 10 кВ сельскохозяйственного назначения : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.02 / Банько И.С. - Челябинск, 2001. - 22 с.
2. Рожавский М.Н. Проблемы несимметрии в сельских электрических сетях /Рожавский М.Н. - Вып.2. - М.: Информэлектро, 1984. - 54с.

выключателями. Кроме этого предпринимателям негосударственной сферы (фермерские хозяйства) было бы целесообразно содержать в штате специалиста-энергетика.

Для снятия остроты проблемы необходима организация систем безопасности электроустановок в АПК, придав ей поэтапный характер и частично реализуя защитные возможности.

Условием реализации выше перечисленного является качественная оценка защит электроустановок в АПК. Построить её можно опираясь на математическое моделирование.

Были сформулированы два подхода к выбору оптимальных систем обеспечения электробезопасности. Первый предлагает выбор структуры и параметров системы, обеспечивающий и наивысший уровень при

минимальных затратах. Второй подход предполагает [1] использовать рационально выделяемый ресурс финансирования.

В настоящее время оба подхода могут быть выполнены при наличии отечественных предприятий выпускающих УЗО. Ставропольский завод «Сигнал», ОАО Дивногорский завод низковольтной аппаратуры, Варненский ОАО «Геофирма» - освоившие выпуск УЗО, которые с каждой серией совершенствуются. Кроме того, появились нормативные документы, регламентирующие сферы обязательного применения УЗО в России. В ПУЭ глава 7 и руководящих материалах от Энергонадзора предусматривается обязательная установка УЗО в производственных, сельскохозяйственных и объектах инфраструктуры села.

В перечень объектов сельскохозяйственного назначения входят животноводческие и птицеводческие помещения, постройки типа загонов для животных и т.д.

На таких объектах установка УЗО является обязательной во избежание электрического поражения людей и животных.

Для обеспечения электробезопасности людей УЗО устанавливаются в розеточных цепях, а животных – на вводе в животноводческие помещения (с числом голов менее 200 и не имеющих никаких мер безопасности).

Установка УЗО предусматривается в общественных, административных, бытовых и жилых зданиях со

временем отключения 0,4 с, в ванных комнатах квартир; при защите групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне и в помещениях особо опасных с повышенной опасностью, в электроустановках зрелищных предприятий, клубах, спортивных сооружений; в установках электрического освещения зданий и помещений сельских населённых пунктов, а также световой рекламы и для защиты светильников некоторых видов.

УЗО предусматривается на вводе в индивидуальные дачные дома, коттеджи и частные сооружения при мощностях более 10 кВт.

Внедрение УЗО на объектах сопровождается реконструкцией сетей и электроустановок, а значит вливанием определённых финансов. Некоторую помощь в этом могут и должны оказывать инвесторы и потенциал, путём решения оптимизационных задач, а также поддержкой по государственным программам по электроэнергетике и электробезопасности в виде систем.

ИСТОЧНИКИ

1. Совершенствование системы безопасности электроустановок АПК / Сошников А.А., Дробязко О.Н. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2002. - N10.-С.21-22. - С. 2002. - Библиогр.: с.22 . - ISSN 0206-572X.- No 10.

УДК 664.723

В.А. Кожухов, Н.Б. Михеева, А.В. Себин

Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск

ПИРОЛИЗНЫЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР НА СОЛОМЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Аннотация: В статье рассмотрен пиролизный теплогенератор на соломе. Приведена технологическая схема пиролизного генератора, конструкция и принцип работы. Рассмотрена схема автоматического управления пиролизного котла на соломе.

Ключевые слова: Пиролиз, теплогенератор, дутьевой вентилятор, вентилятор дымососа, преобразователь частоты, датчик температуры, асинхронный двигатель.

Пиролизный теплогенератор на соломе и другой биомассе с воздушным теплообменником служит источником тепловой энергии при подключении к зерносушилкам, хлебопекарским печам, к системам водяного и воздушного отопления. Эффективно утилизирует образующиеся при производстве отходы, с выработкой тепловой энергии [1].

Пиролизный теплогенератор обеспечивает подачу чистого горячего воздуха или горячей воды, с автоматической регулировкой температуры:

- для зерносушилок – в диапазоне 30 °С – 130 °С;
- для присоединения к хлебопекарским печам – в диапазоне 50 °С – 300 °С.
- для водяного отопления – в диапазоне 50 °С – 95 °С;
- для воздушного отопления – согласно необходимого диапазона температуры.

Теплогенератор на соломе и другом топливе, широко используется в странах Европы для подключения к небольшим зерносушилкам в фермерских хозяйствах, для подачи горячей воды в

камеры сушки древесины и отопления помещений, является простым и очень надежным тепловым агрегатом. Серийно выпускаются с 1994г., произведено более 120 комплектов.

В качестве топлива для пиролизного теплогенератора может использоваться:

- влажная солома в рулонах и тюках, без измельчения;
- влажные сыпучие древесные отходы (опилки, стружки, щепа, кора).
- жом свекловичный.
- лузга, отходы зерносушения (семена сорных трав, стебли, сухие стручки, семенные шишки).
- отходы птицеводства или животноводства (помет, навоз, падеж, перо, кишки, жир и т.п.)
- отходы переработки мяса и рыбы (кости, кишки, чешуя и др.)
- макулатура, бумага, картон.
- твердые бытовые отходы, автомобильные покрышки, другая органика.

Сферы использования.

Носителем тепловой энергии, вырабатываемой при работе твердотопливного пиролизного теплогенератора, могут быть воздух, вода, пар или энергетическое масло. Это позволяет использовать пиролизный теплогенератор для различных целей:

- сушка зерна пшеницы, кукурузы и других зерновых в зерносушилках;
- выпечка хлебобулочных изделий в хлебопекарских печах;
- высушивание древесины в сушильных камерах пиломатериалов;
- выработка тепловой энергии в линиях переработки биомассы.
- водяное и воздушное отопление производственных и жилых помещений;
- подача пара для производственных целей;
- утилизация отходов птицеводства и животноводства с выработкой тепла;
- утилизация отходов переработки мяса и рыбы с выработкой тепла;
- утилизация макулатуры, твердых бытовых отходов (ТБО), другой органики, с выработкой тепловой энергии.

Технологическая схема пиролизного генератора.
Необходимо особо отметить, что пиролиз веществ, которые содержат хлорорганические соединения, является полезным процессом. Распад этих соединений происходит в условиях вакуума, при котором невозможно образование диоксида, а само органическое вещество проходит газификацию с образованием простых газовых и жидких химических связей, а также пиролитического кокса.

На рисунке 1 приведена технологическая схема пиролизного генератора. Показаны основные химические реакции и пропорции температурного и химического взаимодействия, а так же тепловые потоки в генераторе.

Таким образом, в результате вакуумного пиролиза, лежащего в основе работы твердотопливного пиролизного теплогенератора, отходы, загрязненные хлорорганическими соединениями, будут утилизированы с образованием продуктов, безопасных для окружающей среды [2].

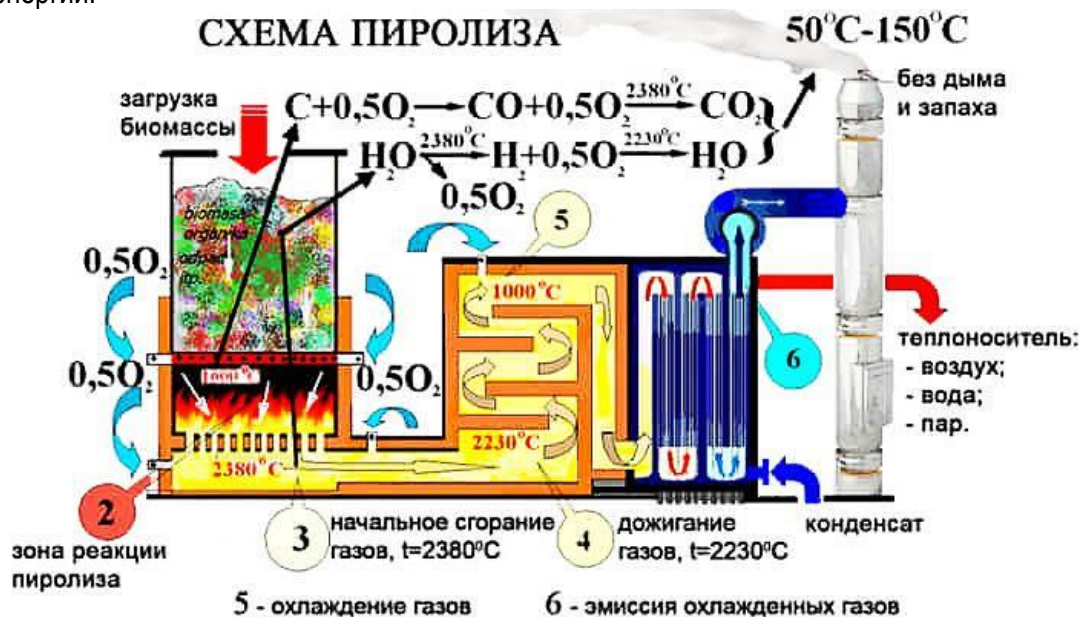


Рисунок 1 - Технологическая схема пиролизного генератора

Преимущества перед другими теплогенераторами

Пиролизный теплогенератор на соломе (и другом топливе) имеет максимальный КПД при влажности топлива 40-50%. Это значит, что для сжигания можно использовать влажные отходы (биомассу), без предварительного просушивания.

Использование рулонов и тюков соломы не требует дополнительных затрат на измельчение.

Наличие воздушного теплообменника приводит к тому, что теплоноситель не содержит продуктов сгорания и не оказывает вредного воздействия на высушиваемый материал (продукт).

Модульное исполнение – возможность комплектации сушильного комплекса необходимой мощности, до 4-5 МВт.

Конструкция и принцип работы:

Загрузка биомассы в топливный бункер проводится сверху (рисунок 1). Бункер закрывается для ограничения доступа воздуха при пиролизе. Под действием собственного веса, загруженный слой топлива, учитывая скорость пиролитического горения, движется вниз, и на конкретных отрезках пути, проходит все стадии горения и вакуумного высокотемпературного пиролиза.

Пиролитический процесс горения поддерживается, благодаря дозированному поступлению воздуха.

В начале теплового агрегата находится радиальный вентилятор, который втягивает воздух через воздухозаборники в огнеупорной стене. В зоне воздухозаборников №2 происходит горение биомассы и пиролитический распад.

Далее горячие газы дожигаются в зоне №4 и направляются в зону лабиринтных стимуляторов №5, где постепенно охлаждаются и подаются к теплообменникам.

Проходя через соответствующий теплообменник, продукт пиролитического распада максимально отдает энергию тепловому агенту внутри теплообменника.

После охлаждения, в зоне №6 происходит эмиссия продуктов пиролитического сгорания, в атмосферу через трубу выбрасываются теплый водяной пар и углекислый газ (50-150°C). В нижней части теплообменников скапливаются конденсат и зола.

Основные задачи системы автоматического регулирования процесса горения пиролитического котла

Топливо, подаваемое в топку котла, приносит с собой некоторое количество тепла в виде скрытой химической энергии. При сжигании топлива входящие в его состав горючие элементы (углерод С, водород Н и сера S) соединяются с кислородом воздуха, в результате чего тепло топлива освобождается. Регулирование процесса горения, происходящего в топке котла, должно обеспечивать непрерывную подачу с топливом тепла, в количестве, необходимом для покрытия расхода тепловой энергии, а также для восполнения непроизводительных потерь, неизбежных при работе котельной установки. Непроизводительный расход тепла, сопутствующий работе котла, складывается из следующих основных потерь:

- с уходящими газами (газы, покидающие агрегат через дымовую трубу, имеют более высокую температуру, чем воздух, из которого они образовались в топке);
- от химической неполноты сгорания (не все горючие химические элементы, содержащиеся в составе топлива, входят в соединение с кислородом и отдают свое тепло в топке);
- от механической неполноты сгорания (часть несгоревшего топлива удаляется из котла со шлаком и золовыми уносами);
- потери в окружающую среду за счет лучеиспускания нагретой поверхности обмуровки агрегата.

На рисунке 2 представлена структурная схема управления котлом. Котлоагрегат представляет собой пиролитический теплогенератор на прессованной соломе. Для привода дымососа и дутьевого вентилятора используются асинхронные

электродвигатели М1 и М2 совместно с преобразователями частоты ПЧ1 и ПЧ2. Применение преобразователей частоты позволяет плавно регулировать частоту вращения вентиляторов и соответственно наиболее оптимально поддерживать режим работы пиролитического котла.

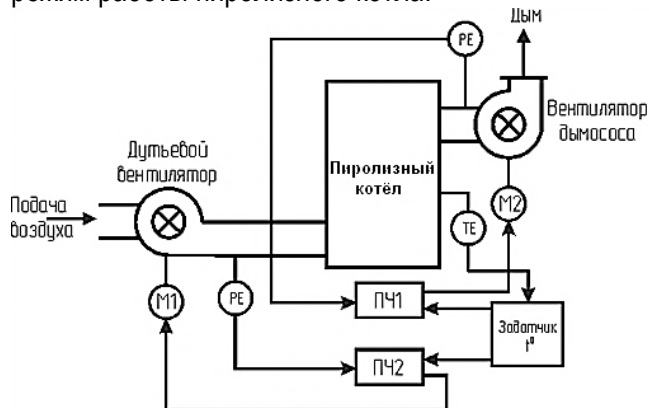


Рисунок 2 – Структурная схема управления котлом
РЕ – датчики давления, М1 – асинхронный двигатель дутьевого вентилятора, М2 – асинхронный двигатель дымососа, ПЧ1, ПЧ2 – преобразователи частоты, ТЭ – датчик температуры

Давление в трубопроводах дымососа и вентилятора контролируется датчиками РЕ, информация с которых передается на соответствующий преобразователь частоты. Кроме того, на преобразователи подается информация от датчика температуры ТЭ в котле, так как от её значения зависит протекание пиролитического процесса. Для различных материалов данная температура может отличаться, поэтому предусмотрен задатчик температурного режима, что позволяет при необходимости реализовать работу пиролитического котла не только на соломе, но и практически любом виде топлива.

Потери тепла при сжигании топлива в топке оцениваются по величине коэффициента полезного действия котла η_k представляющего собой отношение количества тепла, полезно примененного на нагрев воздуха, к теплу, подведенному в топку с топливом в виде химической энергии. С допустимым приближением можно принять, что процесс образования тепловой энергии в котле происходит при постоянном объеме, следовательно, давление выработанного в котле определяется количеством тепла, полученного им от горящего в топке пламени. Отсюда видно, что постоянство давления и температуры служит показателем соответствия между подачей тепла с топливом и расходом горячего воздуха. По условиям эксплуатации обычно допускаются лишь незначительные отклонения давления и температуры, выработанного котлами от заданного значения.

Для выделения тепла при сжигании топлива в топку должно быть подано определенное количество воздуха, содержащего кислород, необходимый для горения. Подача избыточного количества воздуха приводит к увеличению потерь с уходящими газами, а недостаток воздуха может вызвать появление химической неполноты сгорания.

Расход воздуха на 1 кг сжигаемого топлива зависит от количества скрытой в нем химической энергии тепла, которая выражается величиной рабочей теплотворной способности топлива. Чем выше теплотворная способность топлива, тем

больше воздуха должно быть подано в топку для его сгорания. Количество кислорода, необходимого для выделения 1 ккал тепла при сжигании топлива, примерно одинаково для топлив всех видов. Поэтому для сжигания различных топлив при постоянном расходе тепла, т. е. при постоянной тепловой нагрузке, требуется одинаковое количество воздуха, независимо от сорта и химического состава топлива.

На рисунке 3 приведена структурная схема реализации микроконтроллерной системы управления пиролизным котлоагрегатом [3].

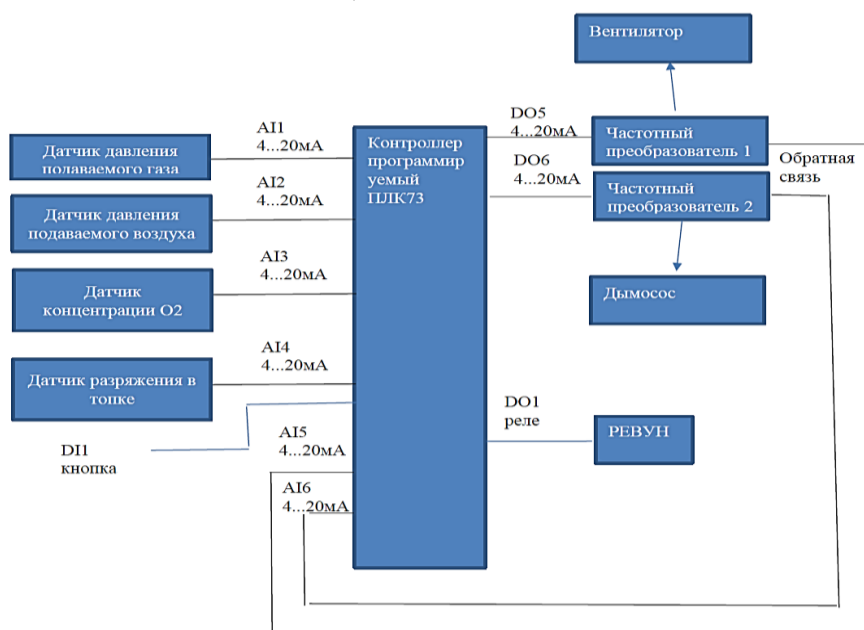


Рисунок 3 – Структурная схема реализации микроконтроллерной системы управления пиролизным котлоагрегатом

При работе котла устанавливается зависимость давления воздуха от давления уходящих газов. Разрежение в топке котла величина постоянная и поддерживается независимо от нагрузки котла. Регулирование подачи воздуха и разрежения осуществляется частотными преобразователями, устанавливаемыми на двигатели дутьевых вентиляторов и дымососов.

Расход топлива зависит от его теплотворной способности. Если, например, теплотворная способность топлива при работе котла с постоянной нагрузкой по пару уменьшится вдвое, то расход топлива нужно будет увеличить в 2 раза, оставив при этом расход воздуха без изменения.

Таким образом, зная содержание в газах свободного кислорода, можно судить об избытке воздуха, поданного в топку. Чем больше в газах свободного кислорода, тем меньше процентное содержание остальных газов, в частности углекислоты CO₂. Судить о правильности подачи воздуха в топку можно только при отсутствии

химической неполноты сгорания, т. е. при отсутствии в газах окиси углерода CO и продуктов неполного сгорания водорода топлива.

Практика показывает, что наличие определенного избытка воздуха гарантирует полноту сгорания топлива и содержание в газах продуктов неполного сгорания можно не контролировать. О правильности подачи воздуха обычно судят по показаниям газоанализатора, непрерывно определяющего содержание кислорода или углекислоты в газах за котлом. В режимных картах по обслуживанию котла задается наиболее выгодное содержание O₂ или CO₂ в газах, которое должно поддерживаться при регулировании подачи воздуха.

ИСТОЧНИКИ

1. Мухина Т.Н., Пиролиз углеводородного сырья/ Т.Н. Мухина, Н.Л. Барабанов, С.Е. Бабаш и др. - М.: Химия, 1987. - 238с.
2. Стариков В.Г. Пути интенсификации процесса пиролиза углеводородного сырья. Дис. канд. техн. наук. М.: МИНХ и ГП им. И.М Губкина. - 1997. - 141с.
3. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод, М.: АCADEMA, 2004. - 202 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЗЕРНОСУШИЛКА ДЛЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация: В статье представлена конструкция шахтной зерносушилки с СВЧ-активацией зерна. Приведены результаты расчетов энергетических параметров предложенной установки.

Ключевые слова: зерносушилка, СВЧ-активация, энергетические параметры, влагосъем.

Annotation: The article presents the design of the shaft dryer with microwave-activated grain. The results of calculations of the energy parameters of the proposed installation are presented.

Key words: grain dryer, microwave activation, energy parameters, moisture.

В российских фермерских хозяйствах из-за сложных климатических условий практически всё выращенное зерно необходимо подвергать процессу сушки. Сушка зерна в послеуборочный период и его хранение являются важнейшими этапами, определяющими сохранность и стоимость продукта. Сушка является не только теплотехническим, но и технологическим процессом, влияющим на свойства материала. Она ускоряет процесс дозревания свежееубранного зерна, сохраняет или даже увеличивает всхожесть и энергию прорастания семенного зерна. Кроме того, если зерно подсушено, производительность и качество продукции предприятий мукомольно-крупяной промышленности повышаются благодаря уменьшению расхода электроэнергии и снижению износа основного оборудования.

Режимы сушки сельскохозяйственных продуктов должны определяться с учетом следующих параметров:

- температура нагрева материала;
- температура сушильного агента;
- относительная влажность сушильного агента;
- скорость движения сушильного агента.

Решающими факторами в выборе режима сушки являются исходная влажность и свойства продукта. Чем выше влажность продукта, тем мягче должен быть процесс сушки. По мере обезвоживания сельскохозяйственных продуктов изменяются их физико-химические свойства и, в частности, повышается термоустойчивость. Температура сушильного агента устанавливается в зависимости от допустимой максимальной температуры нагрева продукта.

Анализ исследований, проведенных отечественными и зарубежными учеными, показывает целесообразность выбора рециркуляционной сушилки шахтного типа с активным вентилированием с использованием СВЧ-активации зерна [1].

Вариант конструкции зерносушилки, позволяющий в одной установке получить комплексное воздействие активного вентилирования, СВЧ-активации зерна и аэрации в завальной яме, а также гибко регулировать параметры технологического процесса, представлен на рисунке 1.

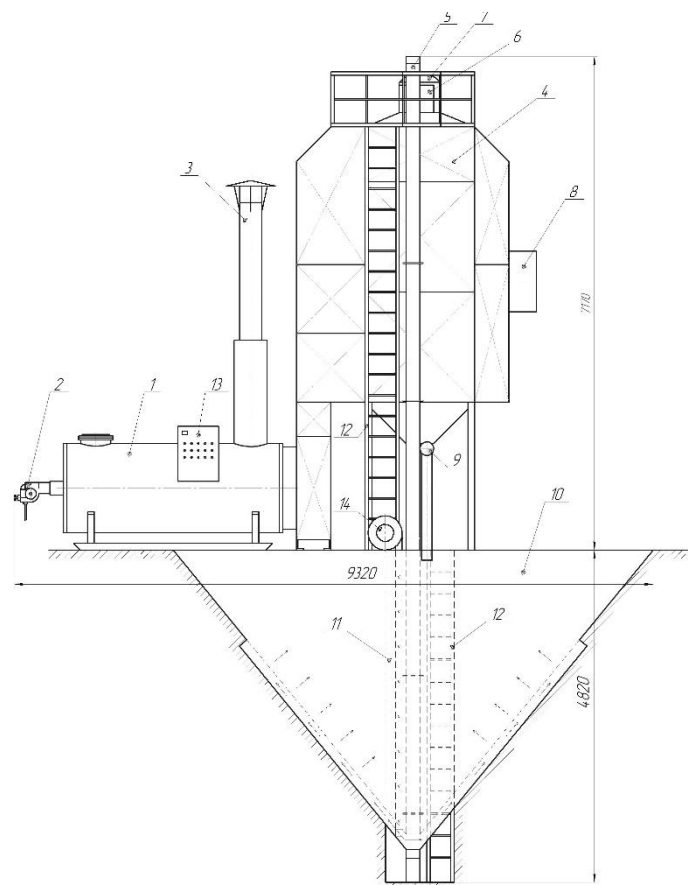


Рисунок 1 - Шахтная зерносушилка производительностью 5 т/час

1 – топочный блок; 2 – горелка; 3 – дымовая труба с искрогасителем; 4 – бункер активного вентилирования; 5 – нория; 6 – ленточный транспортер; 7 – СВЧ-модуль; 8 – вентилятор осевой бункера сушки; 9 – шнек рециркуляционный; 10 – завальная яма; 11 – норийный приямок; 12 – лестница; 13 – щит управления; 14 – вентилятор центробежный активного вентилирования завальной ямы.

Результаты расчетов энергетических параметров для предлагаемой зерносушилки следующие.

Производительность сушилки – один из основных ее параметров. Требуемая производительность сушилки зависит от объемов и интенсивности поступления влажного зерна, требуемого влагосъема и других факторов. Принятые значения влагосъема для зерна основных зерновых культур составляют 5 или 6%.

Приближенно производительность сушиллки можно рассчитать по формуле (1):

$$P_c = P_k \times T_k \times K / T_c, \quad (1)$$

где P_c – производительность сушиллки т/ч;
 P_k – производительность комбайнов за 1 час основного времени (т/час);
 T_k, T_c – количество часов работы комбайнов и сушиллки в течение суток (час);
 K – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент K находится в пределах 1,25–1,3 и учитывает возможные неисправности и задержки в цепочке «комбайн – сушиллка», увеличение урожайности и площадей посевов в будущем, возможный рост производительности комбайнов.

При использовании в фермерском хозяйстве комбайна Енисей-1200 производительностью 10т/час при полной его загрузке 8 часов в сутки, и времени работы зерносушиллки 20 часов по формуле (1) получаем производительность зерносушиллки:

$$P_c = 10 \times 8 \times 1,2 / 20 = 4,8 \text{ т/час.}$$

Таким образом, разрабатываемая сушиллка должна иметь производительность 5 т/час.

Тепло-энергетический расчет сушки зерна в представленной на рисунке 1 зерносушиллке позволяет определить производительность сушиллки по сухому и сырому материалу, а также определить количество испаряемой влаги и расчетный расход тепла в единицу времени.

Так, приняв для расчета следующие исходные данные: начальная влажность зерна пшеницы $\varphi_n = 18\%$, конечная влажность зерна $\varphi_k = 13\%$, начальная температура зерна $T_1 = 20^\circ\text{C}$, расчетная производительность установки 5 т/час и используя известные из специальной литературы [2, 3] расчетные формулы, получаем значение тепловой мощности порядка 400кВт. При сушке других зерновых культур может потребоваться большая тепловая мощность. Исходя из расхода тепла в сушиллке, подбирается теплогенератор соответствующей мощности. В рассматриваемом случае целесообразно использовать в качестве теплогенератора топочный блок на комбинированном виде топлива (жидкое топливо/газ) с косвенным нагревом теплоносителя, что позволит получать продукцию высокого качества, не загрязненную продуктами горения.

Подъёмно-транспортная система зерносушиллки для перемещения зерна состоит из следующих основных агрегатов:

- нория для поднятия зерна из завальной ямы;
- ленточный транспортер, над лентой которого в специальном защитном кожухе расположены СВЧ-модули;

- шнек рециркуляционный, используется для повторной загрузки зерна в завальную яму в случае высокой исходной влажности зерна;

- шнек разгрузочный, предназначенный для выгрузки готового продукта из бункера.

Предложенное устройство зерносушильной установки позволяет в одной установке реализовать два варианта сушки – рециркуляционную, и непрерывного действия.

В работе [1] отмечается значительный положительный эффект от предварительного нагрева зерна (активации) посредством СВЧ ЭМП, выражающийся в сокращении времени сушки и повышении производительности установки. Применение поля сверхвысоких частот инвертирует классическую схему сушки по термическому параметру. Благодаря использованию микроволнового излучения интенсифицируются диффузионные процессы влаги, поскольку внутри семян создаётся повышенное давление жидкости, что ускоряет её выведение к поверхности зерна и в межзерновое пространство. Градиент избыточного давления водяных паров в зерновке резко интенсифицирует процесс сушки благодаря молекулярной диффузии и фильтрации через поры и капилляры материала.

По результатам расчетов, для нагрева зерна на 1К при производительности зерносушиллки 5 т/час необходим СВЧ-нагреватель мощностью порядка 1,4 кВт. Общая мощность СВЧ-нагревателя определяется температурой сушки зерна. Рабочая частота СВЧ-модулей 2450МГц.

Результаты исследования показывают возможность снижения затрат рабочего времени на обработку зерна в разрабатываемой зерносушильной установке на 10-15% по сравнению с традиционными конструкциями за счет предварительной активации ЭМП СВЧ.

Использование рассматриваемой сушильной установки позволит получить следующие преимущества:

- экономию топлива;
- обеспечит лучшую сохранность зерна за счет аэрации в завальной яме;
- сокращение времени сушки.

ИСТОЧНИКИ

1. Н.Б. Руденко. Использование поля СВЧ при рециркуляционной сушке зерна активным вентилированием: Диссертация на соиск. уч. степени канд. тех. наук. - Зерноград,, 2011. - 136 с., ил.
2. Баум А.Е. Сушка зерна [Текст]/А.Е. Баум, В.А. Резчиков. – М.: Колос, 1983. – 223 с.
3. Мельник Б.Е. Активное вентилирование зерна [Текст]/Б.Е. Мельник: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1986. - 159 с.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Аннотация. В статье приведен сравнительный анализ способов поддержания требуемого уровня напряжения у потребителей сельских населенных пунктов с целью повышения эффективности функционирования сельских электрических сетей.

Ключевые слова: электрические сети, установившийся режим, вольтодобавочный автотрансформатор, потери напряжения, сечение провода.

Обеспечение допустимого отклонения напряжения для удаленных потребителей сельских населенных пунктов является актуальной задачей из-за особенностей сельских электрических сетей, характеризующихся большой протяженностью, разветвленностью и малой плотностью нагрузок, наличия объектов с переменной, сезонной нагрузкой (летние животноводческие фермы, зерноуборочные площадки и пр.)

Регулирование напряжения в этом случае на шинах питающей подстанции не может дать желаемого эффекта из-за необходимости поддержания допустимого отклонения напряжения для близкорасположенных потребителей.

Регулирование напряжения на каждой отходящей от шин подстанции линии является более совершенным и эффективным способом по сравнению с регулированием на шинах.

В настоящее время нашей промышленностью начат выпуск пунктов автоматического регулирования напряжения (ПАРН) на напряжение 10 кВ, которые включаются в линию последовательно в точке, критической к уровню напряжения. ПАРН выполняются на базе вольтодобавочных автотрансформаторов.

Нами проведены исследования поддержания требуемого уровня напряжения на примере фидера 10 кВ общей протяженностью 17,8 км, по которому получают питание потребители с. Владимировка Назаровского района Красноярского края. Рассматриваемый фидер получает питание от подстанции №72 35/10 «Владимировская». Фидер выполнен проводом А-35, к нему подключены 9 потребительских подстанций, мощности которых приведены на рисунке 1. На рисунке подчеркнутая цифра указывает длину участков между узлами в метрах.

Для анализа уровня напряжения во всех узлах сети выполнен расчет установившегося режима сети по методике [1].

В таблице 1 приведены результаты расчетов потоков мощностей и потерь напряжения на участках магистральной линии. Расчеты выполнены при мощностях нагрузки в узлах указанных на рисунке 2, которые определены в соответствии с реальными

коэффициентами загрузки трансформаторов подстанций 10/0,4 кВ.

Как показал анализ допустимых потерь напряжения в сети 10 кВ при существующем способе регулирования напряжения на подстанции «Владимировская» (закон постоянного напряжения +5%) [2] для варианта обеспечения максимальных допустимых потерь напряжения в сети 0,4 кВ потребителей с. Владимировка, допустимые потери напряжения в сети 10 кВ не превышают 1 %, что значительно ниже расчетных значений потерь указанных в таблице 1.

Для поддержания требуемого уровня напряжения у потребителей с. Владимировка рассмотрены возможные способы поддержания требуемого уровня напряжения.

Наиболее распространенным способом повышения напряжения у потребителей является увеличение сечения проводов питающей сети.

Были проанализированы варианты замены существующего провода А-35 на провода АС-70, АС-95, АС-120. Результаты расчетов потерь напряжения с рассмотренными проводами приведены в таблице 2.

В качестве второго способа регулирования напряжения рассмотрена возможность установки ПАРН ВДТ/VR 32-6(10)-50, с номинальным током $I = 50$ А, перед узлом 280.

В таблице 3 приведены результаты расчета уровня напряжения до и после установки ПАРН, и при применении проводов большего сечения.

На рисунке 2 изображены эпюры изменения напряжения до и после установки ПАРН

Как видно из эпюр распределения напряжения вдоль линии оба способа обеспечивают требуемый уровень напряжения, поэтому условием выбора оптимального варианта является наименьшие капитальные затраты.

Стоимость ПАРН по данным завода изготовителя составляет 850 тыс. руб.

Стоимость замены провода по всей длине линии на АС-70 с учетом данных [3] составляет 4337,86 тыс.руб.

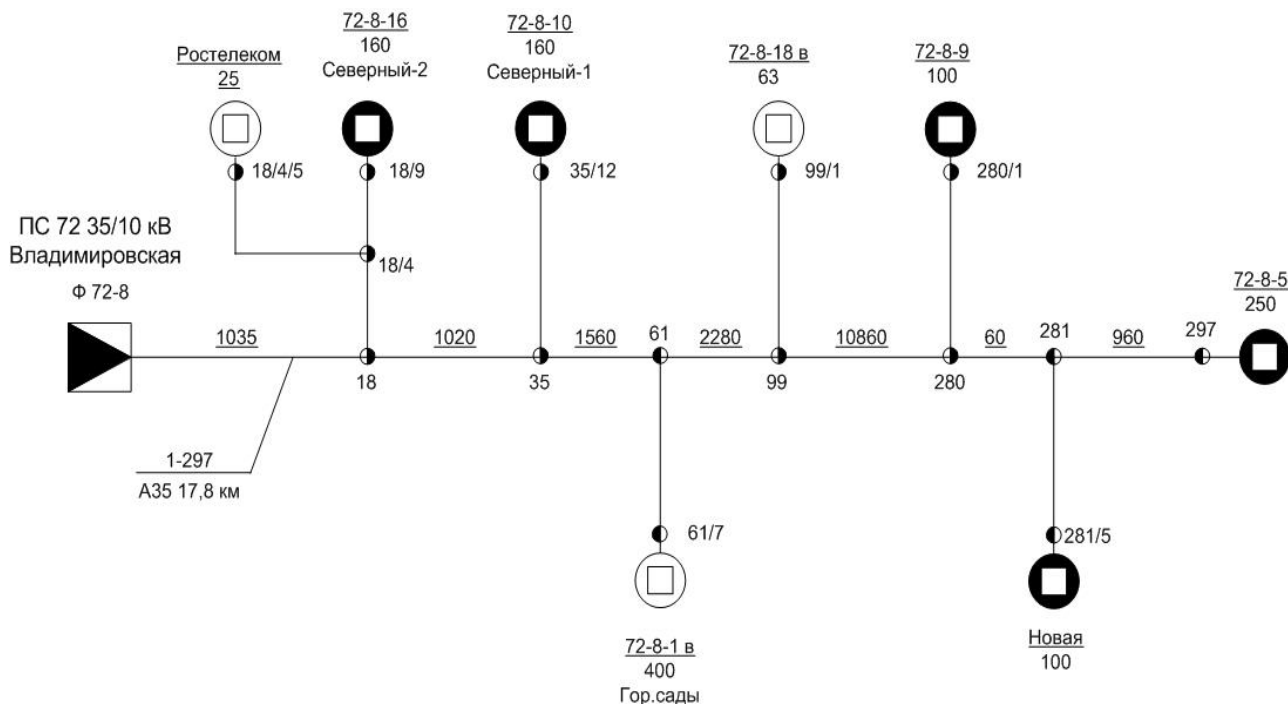


Рисунок 1 – Схема исследуемой сети 10 кВ (номера узлов на схеме соответствуют номерам опор)

Таблица 1 – Потoki мощности и потери напряжения на участках сети

Участок линии	P, кВт	S, кВА	Q, квар	ΔU , В
ТП-18	937,11	1018,6	399,21	96,66
18-35	811,81	882,4	345,82	82,52
35-61	698,65	759,4	297,62	108,61
61-99	408,85	444,4	174,16	92,9
99-280	366,16	398	155,98	396,28
280-281	298,08	324	126,98	1,78
281-297	230	250	97,98	22

Таблица 2 – Потери напряжения на участках сети при изменении сечения проводов магистральной линии

Участок линии	ΔU , В			
	A-35	AC-70	AC-95	AC-120
ТП-18	96,66	56,64	45,99	38,97
18-35	82,52	48,36	39,26	33,27
35-61	108,61	63,65	51,68	43,79
61-99	92,9	54,44	44,2	37,45
99-280	396,28	232,23	188,55	159,76
280-281	1,78	1,04	0,85	0,72
281-297	22	12,89	10,47	8,87
ТП-297	800,75	469,25	381	322,83

Таблица 3 – Уровень напряжения в узлах магистральной линии при различных способах повышения напряжения

№ узла	U, В				
	A-35	AC-70	AC-95	AC-120	ПАРН
18	10403,34	10443,36	10454,01	10461,03	10403,34
35	10320,82	10395	10460,74	10466,73	10320,82
61	10212,21	10331,35	10448,32	10456,21	10212,21
99	10119,31	10276,91	10455,8	10462,55	10119,31
280	9723,03	10044,68	10311,45	10340,24	9723,03
281	9721,25	10043,64	10499,15	10499,28	10498,22
297	9699,25	10030,75	10489,53	10491,13	10476,22

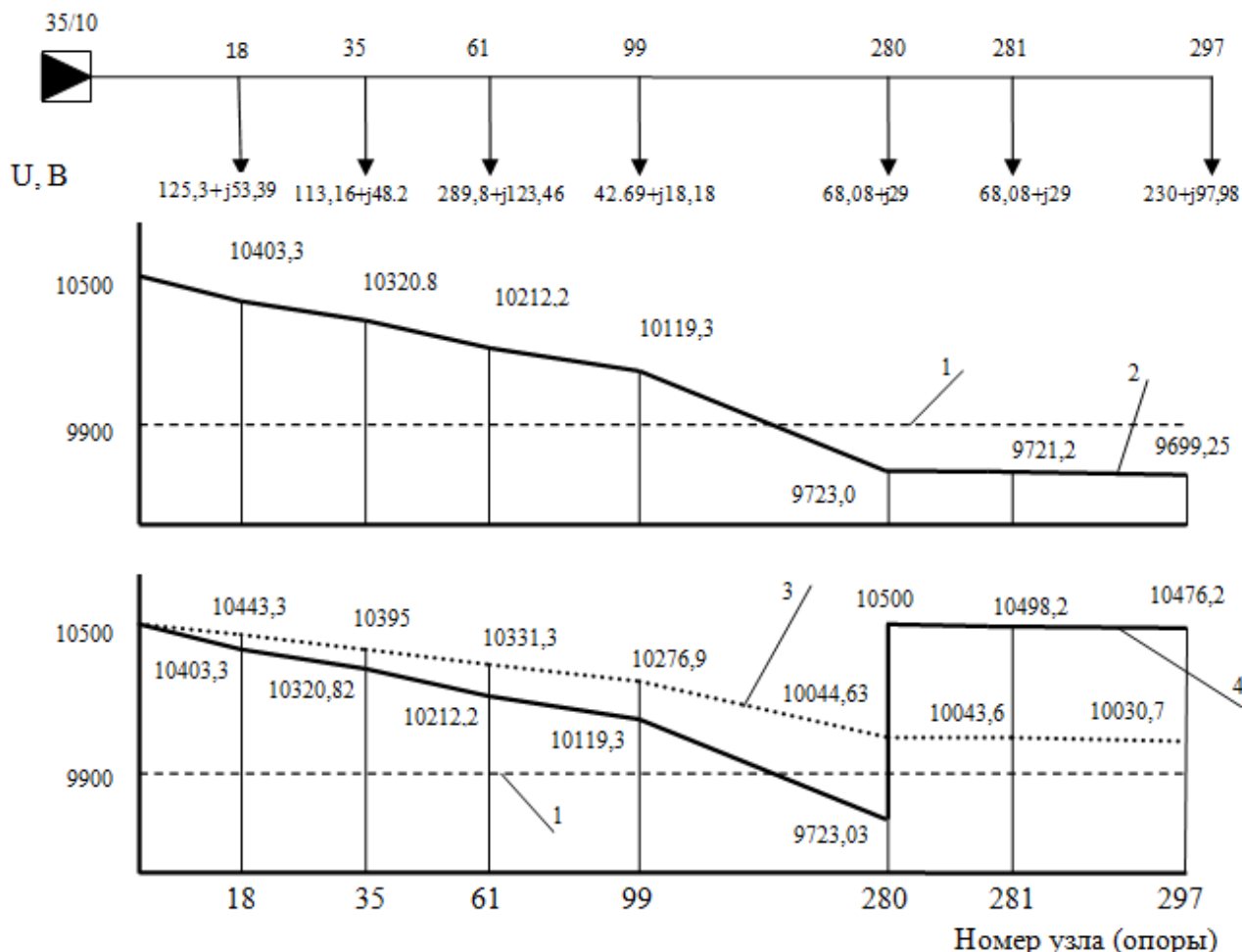


Рисунок 2 – Эпюры изменения напряжения вдоль линии:
1 – минимальное допустимое напряжение; 2 – в существующем режиме;
3 – при проводе АС-70; 4 – после установки ПАРН

Выводы: Как показали расчеты для рассматриваемой сети установка ПАРН дешевле реконструкции ЛЭП. Кроме того установка ПАРН позволяет выполнить регулирование напряжения по фазам и снизить влияние несимметричной нагрузки.

ИСТОЧНИКИ

1. Костюченко Л. П. Проектирование систем сельского электроснабжения: учеб. пособие / 3-е изд., испр. и доп. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2016. – 264 с.

2. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / 3-е изд., перераб. Кронус. – М, 2012. – 648с.

3. Сборник укрупненных показателей стоимости строительства (реконструкции) подстанций и линий электропередачи для нужд ОАО «Холдинг МРСК»/ методические указания – М, 2012 – 71с.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. В статье показана актуальность проблемы энергосбережения и повышения энергоэффективности, состояние и проводимая в Казахстане работа в этом направлении, развитие нормативно-правовой базы, трудности в реализации энергосберегающих мероприятий.

Ключевые слова: электроэнергия, энергосбережение, энергоэффективность.

Из-за наличия значительных запасов ископаемых энергоресурсов Казахстан был почти на последнем месте в области энергосбережения. Но к 2040 году исчезнут доступные залежи нефти, газа и урана в РК, а к 2070 году они будут полностью исчерпаны на Земле. Поэтому Казахстану нужно думать о новой энергоэффективной и экологически безопасной программе выработки и потребления электрической энергии. Нужно включаться в мировое сообщество и следовать тенденциям, которые актуальны сегодня в мире.

Для проведения энергосберегающей политики в Казахстане введена нормативная правовая база, Законы «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» и «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты по вопросам определяющим правовые, экономические и организационные основы деятельности в области энергосбережения и энергоэффективности».

Требуется программа модернизации энергохозяйства страны и энергосетей для единой системы потребления вырабатываемой электрической энергии альтернативными источниками, а также её распределения. Чтобы начинать такие проекты, прежде всего, надо вести научно-исследовательские разработки, поддерживать существующие научные комплексы, группы, создавать лаборатории по измерению, изучению, внедрению универсальных языков общения в этой системе.

Из всего многообразия сопутствующих вопросов и проблем энергосбережения наиболее насущными можно назвать две сферы:

1. Бытовая
2. Сфера ЖКХ

Отсутствие общей массовой культуры бытового энергосбережения является основной причиной возникших проблем. Казахстанский потребитель не имеет достаточной мотивации для энергосбережения, задумываясь о проблеме лишь в рамках тарифов на потребление. Рассмотрим систему ЖКХ — повсюду зафиксированы потери тепловой энергии, которые вместо устранения, перераспределяются между потребителями. 60% энергии тратится впустую. Одним днем решить проблему не получится, потребуются не один год. Тем не менее заниматься задачами энергоэффективности

важно и разумно. В первую очередь, нужно искать правильные пути достижения поставленной цели:

- а) создание и внедрение новых технологий,
- б) информирование населения примерами, фактами.

Также, одним из первых шагов в направлении реализации энергосберегающей политики в мегаполисах Казахстана явилось создание экономической заинтересованности в установке приборного учета энергии и энергоносителей на объектах бюджетной сферы, промышленных предприятий, жилищной сферы и последующее практическое внедрение первых приборов, обеспечивающих индивидуальный и групповой коммерческий учет.

В настоящее время энергосберегающая деятельность осуществляется при строительстве промышленных предприятий, зданий жилищной и бюджетной сферы. Уже в проектах заложены энергосберегающее оборудование и технологии, энергосберегающие материалы и строительные конструкции.

К сожалению, сегодня для эффективного энергосбережения существует достаточно много препятствий, среди которых главными являются нехватка финансовых средств для осуществления необходимых мероприятий, а также невысокий уровень культуры энергосбережения.

Но основными принципами экономии энергоресурсов в области энергосбережения являются:

- использование альтернативных источников энергии;
- использование вторичных энергетических ресурсов;
- применение неэнергоёмких технологий и оборудования;
- принятие мер по рациональному использованию имеющихся энергоресурсов;
- проведение оценки экономической целесообразности применения любых энергосберегающих технологий и решений.

Данный список может быть отнесен как к принципам государственного регулирования энергосбережения, так и к основным подходам к утеплению частного дома. Энергосбережение предполагает не только дополнительные пути

получения энергии, но и деятельность по экономии имеющейся и ее рациональному расходованию.

Целью государственной политики в области энергосбережения должно являться не снижение объемов потребления энергии как таковое, а повышение эффективности ее использования.

ИСТОЧНИКИ

1. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоэффективных зданий. М.: Высшая школа, 1992. 255 с.

УДК 681.518.3

2. Журнал «Вестник- Энергетика» №2(41) от 05.12 г. доклад Александры Садовской «Об эффективности снижения Нормативных потерь электроэнергии» (г. Алматы, 02.03.2012 г.)

3. Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2014, «Энергоэффективные технологии» О.А. Лапина, А.П. Лапина, Ростовский государственный строительный университет.

4. Дарханов Т.Н. Проблемы энергосбережения и повышения энергоэффективности в РК // Научное сообщество студентов XXI столетия. Астана, 2017.

В. А. Кузнецов, В. А. Одрузова

Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара

ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Газотранспортный комплекс (ГТК) представляет собой сложную техническую систему, в задачу которой входит транспортировка газа в заданном объеме и в заданное время. В работе рассмотрен информационно-энергетический критерий оценки эффективности ГТК. Показано, что этот же критерий можно использовать для диагностики отдельных узлов и для диагностики ГТК в целом. Для повышения эффективности информационно-энергетического критерия предложено использовать различные модели, параметры которых должны уточняться по мере накопления экспериментальных данных.

Ключевые слова: газотранспортный комплекс, критерий эффективности, диагностика, электрическая модель.

Основной задачей ГТК является транспортировка газа в заданном объеме и в заданное время с минимальными затратами. Транспортируемый газ можно рассматривать как материальную среду массой m , которую необходимо перемещать со скоростью u , для чего ей сообщается кинетическая энергия:

$$W_K = \frac{m \cdot u^2}{2}. \quad (1)$$

Обычно транспортируемый газ учитывается в объемных единицах, поэтому масса газа определяется по формуле:

$$m = \rho \cdot V, \quad (2)$$

где ρ - плотность газа;

V - объем транспортируемого газа.

Объем транспортируемого газа вычисляется по показаниям расходомеров, устанавливаемых на граничных участках газопровода:

$$V = Q \cdot t. \quad (3)$$

Здесь Q - объемный расход, измеренный расходомером;

t - время измерения.

Объемный расход связан со скоростью потока газа выражением:

$$Q = S \cdot V, \quad (4)$$

где S - эффективная площадь проходного сечения трубопровода.

Учитывая приведенные выше выражения, получим:

$$W_K = \frac{\rho \cdot Q^3}{2 \cdot S^2} \cdot t. \quad (5)$$

Это выражение определяет кинетическую энергию, которой должен обладать поток газа на конечном участке газопровода, чтобы обеспечить заданный расход газа Q и переместить заданный объем газа V за время t .

Реальный газ обладает ещё и внутренней энергией W_B , поэтому необходимо учитывать энтальпию газа:

$$W_{\Sigma} = W_K + W_B. \quad (6)$$

Задачей газосжатого агрегата является обеспечение потока газа таким исходным количеством энергии, чтобы на конечном участке газопровода получить требуемую кинетическую энергию газа.

На рис.1 представлена схема распределения потоков энергии при транспортировке газа.

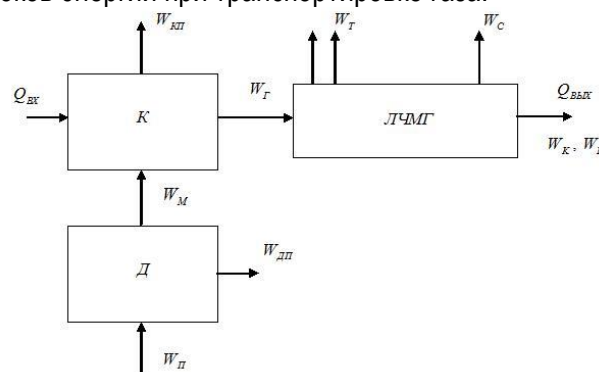


Рисунок 1. Схема потоков энергии при транспортировке газа.

Введены следующие обозначения:

D - двигатель, под которым понимается обобщённый силовой агрегат, потребляющий энергию питания W_{II} и преобразующий её в механическую энергию вращательного движения выходного вала W_M ;

K - компрессор, приводимый в движение двигателем и преобразующий механическую энергию W_M в энергию сжатого газа W_T ;

$ЛЧМГ$ - линейная часть магистрального газопровода, в которую поступает транспортируемый газ с начальной энергией W_T , а выходит с кинетической энергией W_K ;

$Q_{ВХ}, Q_{ВЫХ}$ - расход транспортируемого газа соответственно на входе и выходе трубопровода.

Двигатель и компрессор, имея определённые коэффициенты полезного действия, характеризуются потерями энергии $W_{ДП}$ и $W_{КП}$.

Сжатый компрессором газ приобретает потенциальную энергию W_T , характеризуемую тремя параметрами газа: p - давлением, V - объёмом и T - температурой, то есть представляющей собой энтальпию:

$$W_T = k_T \cdot T + \rho \cdot V, \quad (7)$$

где k_T - постоянный коэффициент.

При сжатии газ приобретает высокую температуру, поэтому применяются меры для его охлаждения перед подачей в $ЛЧМГ$. Часть внутренней энергии газа теряется в виде теплового потока W_T .

Потенциальная энергия pV преобразуется в кинетическую энергию движения газа. Часть этой энергии тратится на преодоление сил сопротивления движению газа в виде потока энергии W_C . Оставшаяся часть энергии выделяется на конечном участке газопровода в виде потоков энергии W_K и W_B .

На основании закона сохранения энергии можно составить уравнение:

$$W_{II} = W_K + W_B + W_C + W_T + W_{КП} + W_{ДП}. \quad (8)$$

Очевидно, что полезной здесь является энергия движения газа W_K . Эффективность работы объектов ГТК, как преобразователей энергии, характеризуется обобщённым коэффициентом полезного действия [1]:

$$K_0 = \frac{W_K}{W_{II}}. \quad (9)$$

Энергия питания W_{II} , представляющая собой исходную энергию, приводящую в движение агрегат ГТК, определяется типом силового двигателя. Это может быть электрическая энергия при использовании в качестве силового агрегата электродвигателей, или энергия топлива при использовании двигателей внутреннего сгорания или газотурбинных установок.

Известно, что важнейшим параметром любого технического устройства, преобразующего энергию, является коэффициент полезного действия. Именно

этот параметр характеризует техническое совершенство устройства, эффективность его работы, и, в конечном итоге, экономические показатели. КПД можно рассматривать как интегральный показатель, учитывающий множество параметров технического устройства.

Рассмотрим возможность использования показателя КПД в качестве диагностического параметра технологических объектов ГТК.

Двигатель, как силовой агрегат, преобразует поступающую на его вход энергию питания W_{II} в механическую энергию вращательного движения выходного вала W_M . Потери энергии в двигателе $W_{ДП}$.

Очевидно, что

$$W_{II} = W_M + W_{ДП}. \quad (10)$$

Коэффициент полезного действия двигателя:

$$K_D = \frac{W_M}{W_{II}}. \quad (11)$$

Если в силовом агрегате используется электропривод, то потребляемая энергия будет учитываться выражением:

$$W_{II} = U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot t, \quad (12)$$

где U, I - напряжение и ток питания электродвигателя.

Механическая энергия на валу двигателя:

$$W_M = M \cdot \omega \cdot t. \quad (13)$$

Здесь: M - крутящий момент на валу двигателя; ω - угловая скорость вращения.

Отсюда,

$$K_D = \frac{W_M}{W_{II}} = \frac{M \cdot \omega}{U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot t}. \quad (14)$$

Из этого выражения видно, что КПД электродвигателя может быть определён по входной и выходной мощности и зависит от всех основных параметров электродвигателя: M, ω, U, I , то есть являются интегральным показателем.

Потери в электродвигателе $W_{ДП}$ связаны с нагревом обмоток (тепловые потери), с перемагничиванием сердечника (электромагнитные потери) и с преодолением сил трения (механические потери). Изменение режима работы электродвигателя или возникновения неисправностей, например, межвиткового замыкания обмоток или разрушения подшипников, приводит к возрастанию потерь, а, следовательно, к уменьшению значения K_D .

Для большинства электродвигателей значение K_D при нормальном режиме работы известно с высокой точностью. Отклонение K_D от номинального значения является признаком появления неисправностей или нарушения нормального режима работы электродвигателя. Следовательно, K_D может служить интегральным диагностическим параметром электродвигателя.

Для диагностики электродвигателя по значению K_D необходимо измерять мощность потребляемой электроэнергии и такие механические величины, как крутящий момент M и частоту вращения n .

Компрессор, как преобразователь энергии, преобразует механическую энергию вращения вала W_M в энергию сжатого газа W_G .

Энтальпия W_G учитывает внутреннюю энергию нагретого газа и потенциальную энергию сжатия.

Коэффициент полезного действия компрессора:

$$K_K = \frac{W_G}{W_M}. \quad (15)$$

Полная энергия сжатого газа характеризуется тремя параметрами: давлением p , объёмом V , и температурой T . Для определения W_G необходимо измерение всех трёх параметров. Измерение параметров p и T не представляет труда и проводится в настоящее время на газокomppressorных установках. Изменение объёма газа при его сжатии может быть найдено по результатам измерения расхода газа Q на входе и выходе компрессора:

$$\Delta V = (Q_2 - Q_1) \cdot t. \quad (16)$$

Потери энергии в компрессоре $W_{KП}$ связаны с рассеянием тепловой энергии, преодолением сил трения, механическими потерями. В нормальном установившемся режиме коэффициент K_K имеет вполне определённое значение. Нарушение нормального режима работы компрессора приводит к возрастанию потерь и снижению коэффициента K_K .

Значение K_K находится по алгоритму:

$$K_K = \frac{K_T \cdot T + \Delta p \cdot \Delta V}{M \cdot \omega \cdot t}. \quad (17)$$

Из этого выражения видно, что K_K учитывает все основные параметры компрессора и, следовательно, является интегральным показателем эффективности его работы.

Энтальпия сжатого газа W_G преобразуется в трубопроводе в тепловую энергию W_T , теряемую при охлаждении газа, и кинетическую энергию, которая частично расходуется в виде потока W_C на преодоление сил сопротивления движению, а оставшаяся часть кинетической энергии W_K обеспечивает необходимый расход газа. Газ, находясь в трубопроводе под давлением и имея определённую температуру, сохраняет также внутреннюю энергию W_B .

Если взять за основу кинетическую энергию, благодаря которой и обеспечивается транспортировка газа, то коэффициент полезного действия трубопровода определяется выражением:

$$K_T = \frac{W_K}{W_G}. \quad (18)$$

Подставляя полученные ранее выражения для W_K и W_G , найдём:

$$\rho = \frac{p \cdot Q_{ВЫХ}^3 \cdot t}{2 \cdot S^2 \cdot (K_T \cdot T + \Delta p \cdot \Delta V)}. \quad (19)$$

Из этого выражения видно, что K_T является интегральным показателем, учитывающим значения всех параметров газового потока.

Для определения значения K_T необходимо измерять параметры p , V , T , Q и ρ . Учитывая, что:

$$V = f(Q), \quad (20)$$

$$a \rho = \frac{P}{R \cdot T}, \quad (21)$$

где R - газовая постоянная, при определении коэффициента K_T можно ограничиться измерением трёх параметров p , V , и T .

Эффективными с энергетической точки зрения считаются такие режимы работы технологических объектов ГТК, при которых коэффициенты K_D , K_K , K_T достигают максимума. При этом возможна дифференциальная диагностика, при которой каждый из этих коэффициентов контролируется в отдельности и проверяется выполнение условий:

$$K_D > K_{ДУ}, \quad (22)$$

$$K_K > K_{КУ}, \quad (23)$$

$$K_T > K_{ТУ}, \quad (24)$$

где $K_{ДУ}$, $K_{КУ}$, $K_{ТУ}$ - уставки граничных значений коэффициентов, определяющих нормальные режимы работы объектов.

Интегральная диагностика основана на определении коэффициента K_0 :

$$K_0 = \frac{W_K}{W_G}, \quad (25)$$

и сводится к проверке выполнения условия

$$K_0 > K_{0У}, \quad (26)$$

где $K_{0У}$ - обобщённый коэффициент полезного действия всего технологического оборудования ГТК, соответствующий границе нормальных режимов работы.

Значение K_0 определяется проще, так как в этом случае необходимо измерять меньшее количество параметров, но при этом по значению K_0 сложно определить состояние промежуточных объектов системы транспортировки газа.

При разработке диагностической системы, основанной на применении энергетических критериев, необходимо исследовать зависимость значений диагностического параметра, в качестве которого используется КПД, от состояния контролируемых объектов и различных режимов их работы, в том числе аварийных. Проведение этих исследований в процессе натурных испытаний на действующем газопроводе проблематично, а в ряде случаев и вовсе невозможно. Поэтому важнейшей задачей исследования является разработка математических моделей энергетических потоков и построение на их основе диагностической модели.

Математическая модель может иметь различную степень адекватности, которая зависит от детализации энергетических процессов и наличием априорных данных. Целесообразно на первом этапе разработки диагностической системы ограничиться простейшей электрической моделью энергетических потоков, которая сравнительно просто может быть описана математически. Затем по мере накопления информации в процессе экспериментальных исследований отдельных технологических объектов можно развивать эту модель в направлении повышения адекватности, и использовать компьютерное моделирование на ЭВМ с целью автоматизации исследований на модели.

ИСТОЧНИКИ

1. Современные информационно – управляющие системы газотранспортного предприятия: Тематический сборник статей. Выпуск 1. – М.: Изд – во Российской инженерной академии, 1999. – 52 с.

2. Алиев Т.М., Мелик – Шахназаров А.М., Мамиконов А.Г. Информационные системы в нефтяной промышленности. Изд – во «Недра», 1972. - 240 с.

УДК 621.316.923.6

А.В. Кузнецов, Ю.П. Юренков, И.Г. Лапин

Ульяновский государственный технический университет, г.Ульяновск

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКОГРАНИЧИВАЮЩИХ СВОЙСТВ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

На сегодняшний день, уровень исследований жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей (ЖСП) как в Российской Федерации, так и за рубежом не позволяет разработать промышленные образцы. Такие исследования проводятся отдельными инициативными группами в разных странах мира [2,3,4]. Жидкометаллический самовосстанавливающийся предохранитель (ЖСП) – это электрический аппарат, предназначенный для ограничения тока короткого замыкания в электрической сети. В нем в качестве плавкого элемента применяется жидкий металл, (индий, галлий, ртуть, щелочные металлы и т.п.) расположенный в канале диэлектрической втулки. При срабатывании предохранителя металл из жидкого состояния переходит в парообразное и ограничивает ток короткого замыкания. После остывания и конденсации паров предохранитель готов к повторному срабатыванию.

Одним из аспектов исследований является процесс срабатывания ЖСП в электрической сети при коротком замыкании. Для исследования этого процесса в [1] предложена упрощенная математическая модель, которая не учитывает сопротивление электрической дуги. Это обстоятельство требует уточнения математической

3. Рассеев И.И., Кузнецов В.А., Романов И.Г. Пат. 2170876 РФ. Способ контроля технического состояния и регулирования режимов работы газотранспортного комплекса / Б.И. №20.2001.

4. Основы построения автоматизированных систем контроля сложных объектов. Под редакцией П.И. Кузнецова. М., «Энергия», 1969. - 479 с.

5. Теория систем: Пер. с нем. Т.Э. Кренкеля. – М., «Сов. Радио», 1978. – 288 с.

6. Фарзани Н.Г., Ильясов Л.В., Азим – Заде А.Н. Технологические измерения и приборы. М. Высш. шк., 1989. – 456 с.

7. Плотников В.М., Подрешетников В.А., Тетеревятников Л.Н. Приборы и средства учёта природного газа и конденсата. – Л.: «Недра», 1980. – 183 с.

8. Тиль Р. Электрические измерения неэлектрических величин. Пер. с нем. М. Энергоатомиздат. 1987. – 192 с.

9. Кулик В.Т. Алгоритмизация объектов управления. Справочник. Изд – во «Наукова думка», Киев. 1968. – 363 с.

10. Базаров А.А., Данилушкин А.И. Моделирование процессов теплообмена между газопроводом и окружающей средой. Вестник СамГТУ, Серия «Технические науки», №2 (46) - 2015, Стр. 66-75.

модели. Сопротивление электрической дуги оказывает влияние на токоограничивающие свойства.

Новая эквивалентная схема цепи с ЖСП при коротком замыкании представлена на рис.1. Она состоит из источника переменного напряжения G , индуктивности сети L , активного сопротивления сети R , сопротивления плавкой вставки жидкометаллического предохранителя R_F , сопротивления дуги R_d , возникающей при срабатывании ЖСП, шунтирующего сопротивления $R_{ш}$. Последнее выполняет роль ограничителя тока после разрыва электрической цепи ЖСП. В исходном состоянии ключи Q_1 разомкнуты, а ключ Q_2 замкнут в положении 1. Сопротивление R_F в схеме замещения принято равным нулю. Процесс короткого замыкания начинается в момент замыкания ключа Q_1 . После чего за время от возникновения к.з. до второго естественного перехода тока через ноль проходит семь основных этапов процесса. Каждый этап на схеме замещения (Рис.1) соответствует состоянию ключа Q_2 в определенном положении 1,2 или 3.

Первый этап происходит в период времени $0 \leq t \leq t_1$, где t_1 – время, соответствующее нагреву плавкой вставки под действием тока короткого замыкания до температуры кипения и переходу в парообразное состояние. Это время называют преддуговым временем:

$$t_{\text{прд}} = t_1 \quad (1)$$

Оно определяется как время, за которое текущее значение теплового интеграла (2) от протекающего через ЖСП тока достигнет значения равного значению преддугового интеграла:

$$W = \int_0^t i_F^2 dt, \quad (2)$$

$$W = W_{\text{прд}} = \int_0^t i_F^2 dt, \quad (3)$$

где S – минимальное сечение плавкой вставки;
 A – постоянная для данного материала плавкой вставки величина [1].

Уравнение (3) решается относительно t численными методами. При вычислении текущего значения i_f на каждом шаге итерационного процесса вычисляют текущее значение W и сравнивают его с $W_{\text{прд}}$. При выполнении условия (3) текущее значение t приравнивают t_1 . Решение найдено.

Второй этап процесса происходит на интервале времени $t_1 < t \leq t_2$. Этот этап характеризуется наличием в канале ЖСП паровой пробки, возникающей в результате нагрева плавкой вставки до температуры кипения. Пары жидкого металла обладают высоким сопротивлением. Электрическая цепь разрывается, что эквивалентно переключению ключа Q_2 из положения 1 в положение 2. См. рис.1. Длительность этапа не большая, определяется экспериментально, в ряде случаев этой длительностью можно пренебречь.

Третий этап происходит на интервале времени от t_2 до t_3 . На этом этапе в начальный момент времени происходит дуговой пробой газовой пробки, и возникновение электрической дуги, что эквивалентно переключению ключа Q_2 из положения 2 в положение 3. См. рис.1.

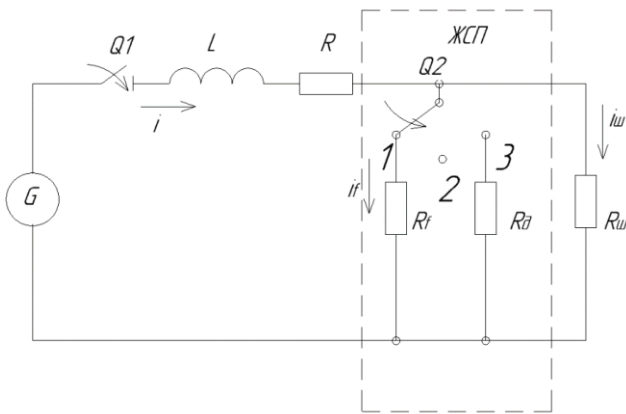


Рисунок 1. Эквивалентная схема процесса короткого замыкания

В конце этапа в момент времени t_3 соответствующий естественному переходу тока через нуль электрическая дуга гасится. Длительность этого этапа определяется путем контроля вычисленных значений тока в итерационном

процессе и сравнения их с нулевым значением. В случае если на n -ом шаге итерации происходит переход тока через нулевое значение, то необходимо вернуться на $n-1$ шаг итерации и уменьшить шаг итераций до значения заданной погрешности длительности этапа.

Сопротивление R_d , является нелинейным. Оно является функцией тока и приложенного напряжения $u_{\text{ш}}$ в соответствии с вольт-амперной характеристики дуги. Сделав предположение о том, что это сопротивление не изменяется при изменении напряжения $u_{\text{ш}}$ в течении промежутка времени Δt соответствующего шагу разбиения всего времени этапа на n частей можно процесс короткого замыкания на этом этапе представить в соответствии со следующей схемой замещения (Рис.2).

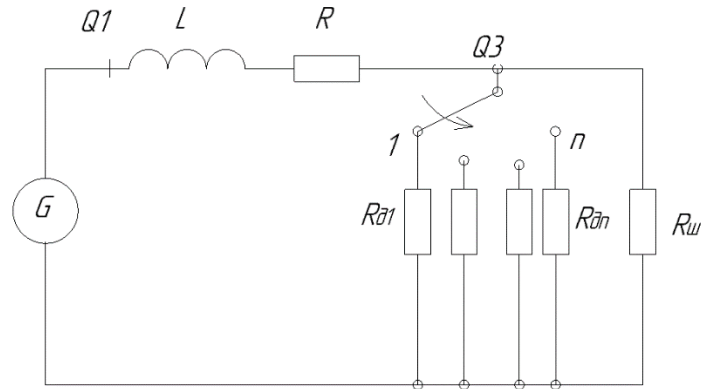


Рисунок 2. Эквивалентная схема замещения третьего этапа

В этой схеме нелинейное сопротивление R_f представлено набором линейных сопротивлений $R_{d,i}$ поочередно включаемых в цепь с помощью ключа Q_3 с промежутком времени Δt . Третий этап закончится при окончании дугового процесса во время естественного перехода тока через ноль или при восстановлении диэлектрической прочности паровой пробки.

Четвертый этап процесса происходит в интервале времени от t_3 до t_4 . В начале этого этапа ключ Q_2 переходит из состояния 3 в состояние 2 (см рис.1). Весь ток аварийного режима теперь идет непосредственно через шунтирующее сопротивление.

На пятом этапе ЖСП восстанавливается, его сопротивление снова стремится к нулю, ключ Q_2 из состояния 2 переходит в состояние 1 (Рис.1). Пятый этап происходит на временном интервале $t_4 < t \leq t_5$, где t_5 – время, соответствующее нагреву плавкой вставки под действием тока короткого замыкания до температуры кипения и переходу в парообразное состояние. Это время определяется аналогично времени t_1 .

Шестой этап процесса происходит на интервале времени $t_5 < t \leq t_6$. Этот этап аналогичен второму этапу и характеризуется

наличием в канале ЖСП паровой пробки, возникающей в результате нагрева плавкой вставки до температуры кипения. Начало этапа соответствует переключению ключа Q2 из положения 1 в положение 2.

Седьмой этап происходит на интервале времени от t_6 до t_7 и аналогичен этапу 3. На этом этапе в начальный момент времени происходит дуговой пробой газовой пробки и возникновение электрической дуги, что эквивалентно переключению ключа Q2 из положения 2 в положение 3. Эквивалентная схема замещения этого этапа представлена на рис.5. Седьмой этап закончится при гашении электрической дуги во время естественного перехода тока через ноль.

На любом из этапов или участков дуговой стадии процесса, на которых сопротивление является линейным уравнение переходного процесса выглядит следующим образом:

$$U_m \sin(\omega t + \psi) = L \frac{di}{dt} + Ri + u_F(i_F), \quad (4)$$

где U_m – амплитудное значение напряжения источника;

ψ – начальная фаза источника соответствующая моменту возникновения короткого замыкания или замыканию ключа Q1;

R_k - активное сопротивление цепи короткого замыкания.

На различных этапах и участках процесса это сопротивление принимает разное значение. На первом этапе

$$R_k = R, \text{ на втором}$$

$$R_k = R + R_{iu}, \text{ на третьем этапе на каждом } j -$$

УДК 621.316

А.В. Кузнецов, Д.А. Ребровская

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск

УТОЧНЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация: В статье показано, что эффективным средством снижения потоков реактивной мощности в электрических сетях является установка компенсирующих устройств (КУ). Однако их применение сдерживается отсутствием достоверных методик оценки финансовой эффективности. Предложено использовать уточненную модель расчета годового сбережения при установке КУ в сети потребителя электроэнергии.

Ключевые слова: реактивная мощность, математическая модель, потребитель электроэнергии, потери электроэнергии, сетевая организация, компенсирующее устройство, компенсация реактивной мощности.

Значение величины снижения потерь необходимо для оценки доходности проекта установки компенсирующих устройств (КУ) в сети потребителя электроэнергии. Неопределенность, приближенное значение снижения потерь, нечеткость в вопросах возврата инвестору затраченных на КУ средств порождает недоверие. Инвесторы не готовы финансировать такие проекты. Новые КУ в сетях потребителей не устанавливаются, имеющиеся не используются или вовсе демонтируются [1].

том его участке $R_k = R + \frac{R_{iu} \cdot R_{\partial, j}}{R_{iu} + R_{\partial, j}}$, на

четвертом этапе $R_k = R + R_{iu}$, на пятом

$R_k = R$, на шестом $R_k = R + R_{iu}$, на

седьмом $R_k = R + \frac{R_{iu} \cdot R_{\partial, j}}{R_{iu} + R_{\partial, j}}$.

Решение уравнений на каждом i том этапе процесса короткого замыкания позволяет получить расчетные зависимости тока от времени в цепи короткого замыкания на каждом этапе и участке дуговой стадии процесса, более точно, подробно и развернуто по сравнению с использованием известной математической моделью, исследовать токоограничивающие свойства ЖСП.

ИСТОЧНИКИ

1. Кузнецов А.В. Жидкометаллические предохранители и инвестиционная привлекательность их разработки. – М.: Энергоатомиздат, 2006.-207с.

2. Niayesh K., Tepper J., König F. A Novel current limitation principle based on application of liquid metals // IEEE transaction on components and packaging technologies. 2006, vol 29, №2 P. 303-309

3. L.Yiying, W.Yi, H. Chen, H. Hailong Investigation on the behavior of GalnSn liquid metal Current Limiter // IEEE transaction on components. 2014, №2 P. 209-215

4. E.Zienicke, Ben-Wen Li, A. Thess, A. Kräzschmar, P. Terhoeven Theoretical and Numerical Stability Analysis of the Liquid Metal Pinch Using the Shallow Water Approximation // Journal of Thermal Science. 2008, №3 vol.17 P. 261-266

стройка или демонтажа. Параметры модели изменяются с течением времени. При каждом изменении необходим новый расчет, результаты которого будут отличаться от предыдущего. Это порождает неопределенность значения величины снижения потерь в сетевой организации для инвестора. Инвестору нужен гарантированный однозначно определенный доход в течение длительного времени соизмеримого со сроком жизни проекта установки КУ. Неопределенность изменения параметров схемы замещения связана с неопределенностью доходной части проекта КРМ и говорит о том, что инвестирование проекта сопряжено с высокой степенью риска. Это затрудняет принятие инвестором положительного решения.

Уменьшение степени риска возможно, если результаты расчета будут получены по модели, параметры схемы замещения которой, будут преобразованы. Преобразование осуществляется к виду, при котором все возможные изменения потоков реактивной мощности от КРМ в сетях смежных потребителей уже произойдут. А в дальнейшем с течением времени параметры такой модели не будут претерпевать изменений. Такое возможно, для момента времени, когда все потребители выполняют условия КРМ, предписанные нормативно-правовыми документами. Этими условиями являются нормированные значения степени КРМ каждым потребителем. Во времена плановой экономики нормировался $\cos \varphi = 0,92$ [2], в последствии это было экономическое значение реактивной мощности Q_3 и электроэнергии $W_{q,э}$, [2] в настоящее время это предельное значение тангенса $tg \varphi_{пред}$ [3].

Если рассматривать модель, в которой КРМ представлена в соответствии с нормативами, то можно сказать, что в такой модели доходность проекта установки КУ будет гарантированной и стабильной в течение всего времени жизни проекта. Это уменьшит степень риска для инвестора проекта КРМ, увеличит вероятность принятия положительного решения и реализации проекта.

Для определения значения величины снижения потерь, обеспечивающего стабильный и гарантированный доход проекта КРМ в сети отдельно взятого потребителя необходимо пересмотреть известную математическую модель. Для этого нужно преобразовать параметры схемы замещения реальной сети к параметрам схемы замещения, в которой КРМ всех потребителей сетевой организации, кроме одного, представлена в соответствии с нормативами.

Очевидно, что при этом должны измениться потоки реактивной мощности в ветвях схемы замещения. Изменение потоков реактивной мощности повлечет за собой изменение потерь мощности в этих ветвях и эквивалентных активных сопротивлений.

Нормированные предельные значения $tg \varphi_{пред}$ в соответствии с [3] при напряжении 110 (154), 1-35 кВ, ниже 1 кВ соответственно равны 0,5; 0,4; 0,35. При преобразовании схемы замещения реальной сети к схеме замещения, в которой КРМ представлена в соответствии с нормативами, выражение для величины $tg \varphi_{ф}$ для всех потребителей сетевой организации кроме исследуемого преобразуется в следующий вид

$$tg \varphi_{норм} = \frac{\sum_1^l P_i}{\sum_2^N P_i} \cdot 0,5 + \frac{\sum_1^k P_i}{\sum_2^N P_i} \cdot 0,4 + \frac{\sum_1^m P_i}{\sum_2^N P_i} \cdot 0,35,$$

где l - число потребителей получающих питание при напряжении 110 (154) кВ,
 k - число потребителей получающих питание при напряжении 1-35 кВ,
 m - число потребителей получающих питание при напряжении ниже 1 кВ.

В соответствии с преобразованной схемой замещения можно выполнять вычисления $\delta \Delta P_{KV}^*$ по программной модели [4].

Выводы

1. Известная модель [1,4] позволяет достаточно точно вычислить величину снижения потерь мощности в сетевой организации при установке КУ в сети одного из потребителей.

2. Величина снижения потерь изменяет свое значение при изменении состояния КРМ в сетях других потребителей. В этой связи сложно прогнозировать динамику изменения доходной части проекта установки КУ в сети исследуемого потребителя.

3. Чтобы свести степень риска к нулю инвестору необходимо ориентироваться на доходы от снижения потерь, рассчитанные при использовании новой модели, параметры которой преобразованы к виду, соответствующему нормативным показателям потребления реактивной мощности всеми потребителями сетевой организации.

ИСТОЧНИКИ

1. Кузнецов А.В. Математическая модель оценки снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности в сети потребителя / А.В. Кузнецов, И.В. Аргентова // Электротехника, 2016.- №10. – С. 68-73.
2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчётов / Ю.С. Железко. – М.: ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС», 2009. - 465 с.
3. Приказ Министерства энергетики РФ от 23 июня 2015 г. N 380 «О Порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии».
4. Кузнецов А.В. Программная модель оценки снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности в сети потребителя / А.В. Кузнецов, И.В. Аргентова, Д.А. Ребровская // Промышленная энергетика, 2016. - №6. - С. 48-54.

ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ЭНЕРГИЙ

Цель работы: организация работы лабораторного стенда автоматизированной системы учета тепла и электроэнергии с использованием проводных и беспроводных каналов связи.

Задачи: провести анализ существующих средств и систем учета, выявить особенности организации учета энергий, выполнить настройку лабораторного стенда автоматизированного учета тепла и электроэнергии.

Назначением учета тепла и электроэнергии является получение достоверной информации о производстве, передаче, распределении и потреблении тепла и электроэнергии на оптовом и розничном рынках для решения основных технико-экономических задач. В настоящее время активно внедряются автоматизированные системы учета тепла и электроэнергии (АСУ), позволяющие потребителю в реальном времени контролировать и управлять тепло- и электропотреблением [1].

На сегодняшний день существует множество автоматизированных систем учета и контроля электроэнергии: автоматизированная система измерения электроэнергии (АСИЭ), учет потребления и сбыта электроэнергии (АСУПСЭ), диспетчерское управления (АСДУ), контроль и учет энергопотребления (АСКУЭ). Наибольшее распространение получила система АСКУЭ.

В водоснабжении распространена автоматизированная система контроля и учета потребления воды (АСКУВ).

В теплоэнергетике существуют такие системы как: автоматизированные системы коммерческого учета отпущенной тепловой энергии источником (АСКУИст), автоматизированная система коммерческого учета потребленной тепловой энергии и теплоносителя абонентами (АСКУАб), единая автоматизированная система коммерческого учета отпущенной и потребленной тепловой энергии, и теплоносителя (ЕАСКУТ). На данный момент ЕАСКУТ является самой распространенной системой.

В электроэнергетике большое распространение получили индукционные счетчики, но на сегодняшний день их вытесняют электронные счетчики из-за ряда преимуществ.

В теплоэнергетике распространен тахометрический счетчик. Так же внедряются: электромагнитный, вихревой, ультразвуковой счетчики, а также радиаторный распылитель.

В водоснабжении повсеместно применяется механические крыльчатые счетчики воды. На данный момент лучшими являются счетчики воды с датчиком температуры.

Типовая структура АСУ имеет три уровня: 1-ый – первичные измерительные приборы по точкам учета; 2-ой – специализированные измерительные системы; 3-ий – сервер центра сбора и обработки данных. Все уровни АСУ связаны между собой каналами связи. Для связи используется прямое соединение по стандартным интерфейсам (типа RS-485, PLC каналу, GSM каналу и т.п.).

В данной работе использовалось следующее оборудование (рис. 1). Счетчики CX 1000-5 и CX 2000-7 предназначены для измерений и учета активной и реактивной электрической энергии в однофазных и трехфазных сетях переменного тока промышленной частоты в многотарифном режиме. Концентратор ХР3000 предназначен для сбора и хранения данных об энергопотреблении со счетчиков электрической энергии подключенных к PLC сети, а так же передачи данных в сервер по компьютерной сети Ethernet или сети сотовой связи GSM/GPRS. Тепловычислитель СПТ943 предназначен для измерения и учета тепловой энергии и количества теплоносителя в закрытых и открытых водяных системах теплоснабжения.

Многофункциональный программируемый контроллер MPC270 предназначен для сбора, обработки, хранения и передачи информации по различным сетевым интерфейсам RS-232/-485/-422, Ethernet 10Base-T/100Base-TX.

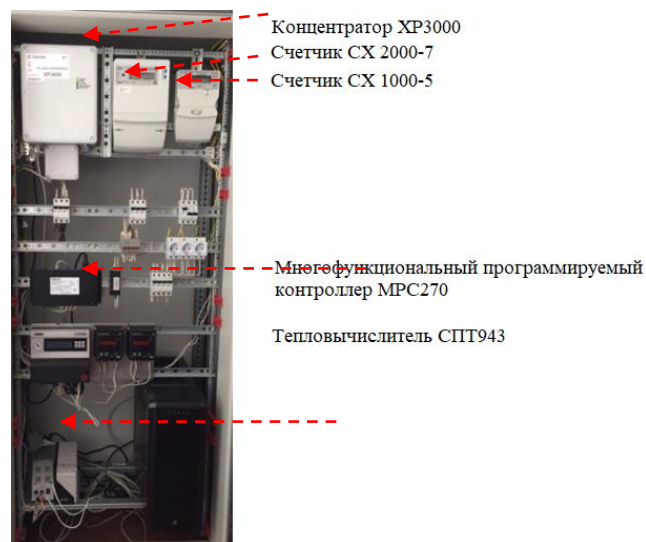


Рисунок 1. Лабораторный стенд

Выполнена наладка лабораторного стенда автоматизированной системы учета тепла и электроэнергии с использованием проводных и беспроводных каналов связи:

- Настроена связь с счетчика через оптопорт.

- Разработаны указания по снятию показаний напрямую с счетчика.
- Настроен сбор данных по проводным и беспроводным каналам связи через концентратор.

ИСТОЧНИКИ

1. Лавренчук, М.М. Организация автоматизированной системы учета электроэнергии / М.М. Лавренчук, Д.Е. Шевцов // Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых «НТИ-2016», Новосибирск : Изд-во НГТУ, декабрь 2016. – С. 19-21.

УДК 621.3.089.5

М.А. Левин, А.Д. Драгун

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКТУАЛИЗАЦИИ ТРУДОЕМКОСТИ ГПП

Аннотация: Изменились трудоёмкости типовых работ базового электрооборудования в меньшую сторону, изменилось время на выполнение технического обслуживания, и технического ремонта, увеличился ресурс типового оборудования.

Ключевые слова: трудоёмкость, норма, годовой фонд, у.е.э., эксплуатация электрооборудования, текущий ремонт, капитальный ремонт, асинхронный двигатель, кабельные линии, силовой трансформатор, ГПП, организация эксплуатации.

Развитие энергетической отрасли в агропромышленном комплексе за последние годы заметно: принимаются в эксплуатацию модернизированные подстанции различного уровня мощности и напряжения, производятся реконструкции воздушных линий, принимаются в эксплуатацию современные системы освещения и энергосбережения, применяются новые высокоинформативные комплексы автоматизации и управления. Менее эффективные двигатели и устройства автоматики заменены на более современные.

Но требование и организация эксплуатации по составу и структуре работ, периодичности обслуживания и в целом по стратегии эксплуатации

остались прежними, предложенные учеными в начале 80 годов прошлого столетия и ориентировалось, прежде всего, на оборудование, выпущенное 30-40 лет назад.

Хотя научная работа по организации эксплуатации электрооборудования не останавливалась, и учеными страны разрабатывались высокоэффективные методики эксплуатации электрооборудования, отражающие современные условия производства. К сожалению, эта работа осталась на уровне рекомендаций и не нашла широкого применения в отрасли АПК и в промышленности в целом.

Исходя из этого, я пересчитал динамику изменения трудоёмкости типовых работ по годам исследования, данные указаны в таблице 1.

Таблица 1. Динамика изменения трудоёмкости типовых работ по годам исследования

Вид	Год	1979	1979	2006	2006	Динамика (К1)	Усреднённый показатель
Трансформатор 25 кВА 40 кВА 160 кВА		ТР	КР	ТР	КР	0%	9%
		13	65	13	65		
		17	86	17	86		
		30	150	30	150		
Асинхронный Электро- двигатель 0,81-1,5 кВт 1,6-3 кВт 3,1-5,5 кВт		ТР	КР	ТР	КР	10%	
		2	12	2	9		
		3	13	3	12		
		3	17	3	15		
ПЗА Магнитный пускатель до 5 кВт		ТР	КР	ТР	КР	20%	
		1,3	4	1	3		
Кабельные и осветительные линии 4-35 мм ²		ТР	КР	ТР	КР	6%	
		18	60	17	57		

Мы отнесли к данным оборудование со схожими характеристиками. В данном случае не учитывается система электроснабжения т.к. трудоёмкости этих работ не менялись.

Такие условия работы справедливы, если оборудование, применяемое на предприятиях АПК осталось прежним, но в современных условиях рыночной экономики кроме технических критериев

эффективности эксплуатации основным критерием является экономический, определяющий себестоимость выпускаемой продукции и, следовательно, её конкурентоспособность на рынке.

Для примера я производил расчеты по данным одной из птицефабрик Саратовской области.

На обслуживание электрооборудования хозяйства в год - 540 у.е.э.

Таблица 2. Данные на обслуживание хозяйства (Укрепленные показатели)

№	Наименование электрооборудования, единицы измерения	Количество у.е.э. на ед. изм.	(К)	Количество у.е.э. – с учётом динамики
1	Распределительные пункты, щиты напряжения до 1000В	50	6%	47
2	Электродвигатели мощностью до 10 кВт	70	10%	63
3	Электродвигатели мощностью от 10 кВт и выше	100	10%	90
4	Светильники	50	10%	45
5	Электроприводы с приборами автоматического управления	170	20%	136
6	Электронагреватели	50	10%	45
7	Внутренняя силовая и осветительные проводки производственных помещений	50	6%	47

Мы берём традиционно расчет на каждые 100 у.е.э – 1 электромонтера

В данном хозяйстве принимаем в штат ЭТС 6 человек из них один старший инженер – энергетик. И один человек на половину ставки.

Показатель (К) – мы берём, как **динамику изменения трудоёмкости типовых работ по годам**

Количество у.е.э. на ед. изм. составляет – после уточнения ГПП 473 у.е.э. (это 87,5%, от изначального показателя)

Соответственно, применяя, подобный подход мы экономим 12,5% трудоёмкости ГПП, без сокращения количества работ по техническому обслуживанию и ремонту установленного оборудования.

Численность персонала так же зависит напрямую не только от количества оборудования, но и от требования к его эксплуатации.

Я провёл расчёт, заработной платы и экономики на птицефабрике.

Основная заработная плата электротехнического персонала на птицефабрике составляет 19300 руб.

На весь персонал существующих ЭТС (энергетическая служба) – годовой фонд ЗП с начислениями составляет 2 567 980,8 рублей. Если рассчитать с показателем экономии, тогда годовая выгода у нас получается 320 997,6 рублей.

По полученным данным мы можем сравнить показатели существующие и предполагаемые.

У нас уменьшается количество у.е.э. с 540 до 473

И дальше из этого следует, у нас уменьшается и количество ставок для трудоустройства, то есть мы можем оптимизировать работу нашего производства.

Благодаря перерасчёту наших показателей, мы можем экономить больше 320 тыс. рублей в год, без сокращения количества работ по техническому обслуживанию и ремонту установленного оборудования.

Таблица 3. Сравнение показателей, $I_{зп} = C_o + C_d + C_n + C_c$

Показатель	Существующий	Предполагаемый
Численность персонала ЭТС, ставок	5,5	4,8
Годовой фонд ЗП с начислениями, руб.	2567980	2246983
Q, Количество у.е.э.	540	473
Экономия, руб.	-	320997

В целом для организации эксплуатирующих электродвигателей и устройства управления, экономия может достигать 15%. Для служб эксплуатации воздушных линий и подстанции напряжения 10/0,4 кВт (киловата), экономия будет меньшей, порядка 1-2%, что уже не существенно.

ИСТОЧНИКИ

- 1.Ерошенко Г.П., Медведько, Ю.А., Таранов, М.А. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий / Г.П. Ерошенко, Ю.А. Медведько, М.А. Таранов. – Ростов-на-Дону, НПК «Гефест», 2005. – 255 с.
- 2.Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с. ил.
- 3.Ерошенко Г. П. Дипломное и курсовое проектирование электроремонтных предприятий. Саратов: Издательство СХИ, 1979. - 44 с.
- 4.Ерошенко Г. П., Трушкин В.А. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации электрооборудования. – Саратов:, 2005.
5. Ерошенко Г. П., Бакиров С. М., Левин М. А. Вопросы построения электротехнической службы. Научное обозрение. 2015. № 6. С. 342-344.
6. Ерошенко Г. П., Левин М. А., Иванкина Ю. В. Обоснование капельного способа пропитки обмоток асинхронных электродвигателей. Научное обозрение. 2016. № 9. С. 84-88

ВЫБОР ТИПА ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Аннотация: В статье приведен анализ и сравнение технико-экономических показателей различных генераторов, применяемых для преобразования энергии ветра в ветроэнергетических установках.

Ключевые слова: ветрогенератор, эффективность ВЭУ, скорость ветра, генератор постоянного тока, генератор на постоянных магнитах, асинхронный генератор

На современном этапе развития альтернативной энергетики от возобновляемых источников энергии рано говорить о стандартизированных форматах выпуска ветроагрегатов, но определенные закономерности в показателях основных характеристик прослеживаются. Например, мощность ветрогенератора для бытовых нужд обычно составляет не более 10 кВт. Как не странно, востребованы и модели, обеспечивающие до 1 кВт, подобные установки относят к микроветровой энергетике. Их применяют при оснащении яхт, отдельных потребителей в АПК, для освещения участков дороги и т. д.

На сегодняшний день существует много различных типов генераторов, но какой наиболее подходит для ветроэнергетических установок (ВЭУ)? Каким критериям должен соответствовать такой генератор?

Учитывая, что скорость ветра не всегда достигает рекомендуемых значений (10 м/с) для развития максимальной скорости вращения ротора, поэтому генератор должен вырабатывать электроэнергию при небольших скоростях (1,5 ... 2 м/с). Да, в некоторых промышленных ВЭУ используют трансмиссию от крутящего вала лопастей к валу ротора генератора, но для малых ВЭУ это будет служить отрицательным фактором, т.к. при небольшой скорости ветра, а, следовательно, при малом крутящем моменте, будет создаваться обратный вращательный момент за счет дополнительного соединения с валом ротора.

Так же на скорость вращения влияет форма лопастей ветротурбины и их положение (горизонтальное или вертикальное). На сегодняшний день существует три наиболее распространенных группы роторов: ротор с горизонтальной осью круглого вращения (крыльчатый), ротор Савониуса и ротор Дарье. Самым популярным вариантом считается крыльчатый ротор, за счет лучших показателей коэффициента использования энергии ветра и несложной конструкции. Есть так же малоизвестный, но эффективный многолопастной ротор с направляющим аппаратом, его конструкция не зависит от перемены направления ветра и способствует увеличению коэффициента использования ветрового потока (рисунок 1) [7].



Рисунок 1 – Многолопастной ротор с направляющим аппаратом

Выбор генератора для ВЭУ зависит от многих характеристик: проектной мощности, эффективности работы при различных скоростях ветра, эффективности работы при низких оборотах. Каждый тип генератора имеет свои преимущества и недостатки. Рассмотрим их основные виды.

Автомобильный генератор переменного тока.

Достоинства: недорогой, доступный, не требует доработки.

Недостатки: для работы нужна большая скорость вращения, поэтому требуется установка дополнительного повышающего редуктора. Наличие дополнительных, повышающих обороты ВЭУ механизмов увеличивает механические потери энергии системы. Также этот генератор имеет низкий КПД.

Цена зависит от модели и марки генератора.

Наибольшей популярностью на сегодняшний день пользуются **генераторы с постоянными магнитами** для ВЭУ малой мощности.

Достоинства: Очень высокая эффективность, за счет конструкции есть возможность получить требуемую мощность, механическая прочность и устойчивость конструкции. Многочисленные эксперименты показали, что генератор с постоянными магнитами является наиболее мощным и экономным решением для ВЭУ малой мощности.

Недостатки: отсутствие промышленных образцов, сложность и трудоемкость изготовления.

Цена: при мощности ВЭУ 500 Вт колеблется в районе 15 тысяч рублей.

Конверсионный асинхронный генератор переменного тока. Обычный асинхронный электродвигатель, вырабатывающий переменный ток, может достаточно просто быть перестроен в генератор с постоянными магнитами.

Достоинства: невысокая стоимость, доступность, простота переоборудования под ВЭУ, достаточная производительность при низких оборотах.

Недостатки: максимальная мощность ограничена, так как агрегат имеет внутреннее сопротивление, при высоких оборотах генератор не вырабатывает достаточное количество электроэнергии.

Эксперименты показывают, что получившийся генератор хорошо работает на очень низких скоростях, но становится неэффективным на высоких оборотах.

Цены на данный тип генераторов колеблются от пяти тысяч до пятисот тысяч рублей, ценовой диапазон ориентируется по мощности.

Генератор постоянного тока.

Достоинства: простая и понятная конструкция, не требует доработок и готов к использованию, достаточно хорошо работает на низких оборотах.

Недостатки: при всей очевидности выбора этого генератора, так как батарея ВЭУ заряжается именно постоянным током, и такой системе не потребуется преобразователь, на практике же генераторы постоянного тока очень прихотливы в обслуживании. Их щетки требуют постоянного наблюдения, а передающий механизм часто выходит из строя. Также, зачастую, сложно подобрать генератор нужной мощности, так как малогабаритные агрегаты выдают мощность порядка 100 ... 200 Вт.

Цена: начинается от 7 тысяч рублей.

Синхронные генераторы применяются на ВЭУ большой мощности (0,5 ... 1,5 МВт) и использование их для отдельных потребителей не рентабельно, и поэтому в данной работе не рассматриваются.

Таким образом, наилучшими характеристиками для использования в ветроэнергетических установках обладают генераторы с постоянными магнитами и конверсионные асинхронные генераторы переменного тока. Данные типы генераторов обладают достаточной эффективностью работы с малых до средних скоростях вращения, что приемлемо для регионов со средней скоростью ветра в 7 м/с, к которой относится и Саратовская область.

ИСТОЧНИКИ

1. Левин, М.А. Повышение эффективности использования роторных ветрогенераторов [Текст] / М.А. Левин, Ю.В. Иванкина // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 3 (237). - С. 44-45.

2. Трушкин, В.А. Исследование потенциала энергии ветра в арочных проемах зданий и сооружений [Текст] / В.А. Трушкин, М.А. Левин, Ю.В. Иванкина, Р.С. Подшивалов // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 8. - С. 58-60.

3. Левин, М.А. Энергия ветра – как источник питания для бытовых и технических нужд [Текст] / М.А. Левин, Р.С. Подшивалов // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы III Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Павлова. - 2012. - С. 198-201.

4. Трушкин, В.А. Математическая модель устройства заряда аккумуляторной батареи от возобновляемых источников энергии [Текст] / В.А. Трушкин, О.Н. Чурляева, А.В. Иванов // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы VIII международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 248-255.

5. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [Электронный ресурс] / Экспертный портал по вопросам энергосбережения – Режим доступа: <https://gisee.ru/articles/windenergy/1133/>.

6. Elenergi.ru - электрическая энергия на производстве и в быту [Электронный ресурс] / Электротехнический портал – Режим доступа: <http://elenergi.ru/sravnenie-razlichnyx-generatorov-dlya-domashnix-vetroelektrostantsij.html>.

7. EcoTech – системы альтернативного энергоснабжения [Электронный ресурс] / Сайт компании – Режим доступа: <https://eco-teh.zakupka.com/articles/118890-nemeckiy-vertikalnyy-vetryanoy-generator-turbina-energy-ag-te20/>

УДК 621.384.3.

В.Н. Левинский¹, В.М. Попов¹, В.А. Афонькина¹ В.И. Майоров²

¹Южно-уральский государственный аграрный университет, г. Троицк

²Тюменский государственный университет, г. Тюмень

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ЧАЙНОГО СБОРА ИЗ ИВАН-ЧАЯ

Аннотация. Рассмотрен технологический процесс производства чая, предложена технология ИК-сушки с применением транспортно-каскадной сушильной установки в технологическом процессе обработки чайного сбора из иван-чая.

Ключевые слова: иван-чай, термолабильность, ИК-сушка, транспортно-каскадная, пленочный электронагреватель.

Жесткая конкуренция на рынке растениеводческой продукции ставит перед

сельхозтоваропроизводителями задачу находить новые способы и средства переработки сырья, с целью сокращения энергозатрат на производство, улучшения качества готового продукта и уменьшения потерь нереализованной свежей продукции выводом на рынок новых товарных единиц.

Существует категория растительного сырья, яркими представителями которой является иван-чай, относящаяся к классу термолабильных. Термолабильность – это свойство сырья реагировать на повышение температуры разрушением целевых компонентов и ухудшением качества [1]. Некоторые виды обработки растительного сырья, используемые в традиционных технологиях, нередко вызывают глубокие биохимические изменения, которые сказываются не только на внешнем виде продукта, но и снижают пищевую ценность и содержание биологически активных веществ. Как правило, это

следствие высоких температур, при которых происходит технологический процесс сушки, и желание производителей за счет этого ускорить процесс получения готовой продукции, так как доминирование доли энергозатрат в себестоимости готовой продукции постоянно растет [2,3].

Цель исследования. Рассмотреть возможность применения современных технологий сушки в технологическом процессе обработки чайного сбора из иван-чая, для решения задач: снижение энергозатрат и затрат ручного труда, снижения себестоимости продукта и повышении ее качества.

1. Особенности производства чая.

Технологический процесс обработки чайного сбора из иван-чая промышленного производства сводится в основном к следующим операциям: завяливание листа, скручивание, ферментация, сушка и сортировка (рис.1) [4].



Рисунок 1 – Основные этапы технологии производства чая

Предварительно сбор листа подвергается первичной сортировке и очистке. Для производства будущего напитка заготавливают только листья и соцветия. Сбор сырья начинают, когда еще не появились цветочные кисти и заканчивают в начале цветения. Иногда цветки заготавливают отдельно от листьев. Их просто высушивают, а потом добавляют в конечный продукт.

Завяливание. Ткани здорового растения всегда находятся в напряженном состоянии, называемом «тургор». Иначе говоря, растение сохраняет «жесткость конструкции» за счет повышенного внутриклеточного давления воды. Все знают, что если оборвать лист с дерева, то через некоторое время он завянет. Это происходит вследствие постепенного снижения

внутриклеточного давления до состояния полного расслабления тканей. Лист становится мягким, это необходимо для дальнейшей работы с чайным сырьем.

Деформация. После завяливания требуется деформация листьев. На каждый из них надо оказать какое-либо механическое воздействие (смять, скрутить, скатать, отбить) для разрушения клеточной структуры листа, выделения вследствие этого сока и запуска процесса, называемого ферментацией.

Ферментация. Процесс внутренней переработки некоторых веществ, входящих в состав растительного сырья под воздействием его собственных ферментов. В ходе этого процесса сырье меняет некоторые свойства, что и определяет будущий аромат, вкус и цвет заваренного из него

напитка. Этот процесс напрямую влияет на то, каков будет конечный результат, а именно чай будет зеленым и черным. Это значит, что в первом случае сырье слабо ферментированное, а во втором сильно ферментированное. Промежуточные виды чая (белый, желтый, красный, пуэр и др.) отличаются от базовых лишь степенью (продолжительностью) ферментации. Процесс изготовления чая включает обязательную ферментацию исходного сырья. Если этого не делать, т.е. просто высушить зелень, то мы получим не чай, а лекарственное сырье.

Для того чтобы запустить процесс ферментации необходимо иметь завяленное и слегка влажное вследствие деформации сырье, ферментационный шкаф, где обеспечиваются оптимальные температурные условия - 55-60 °С и влажностные. Далее контролируются протекание ферментации, признаками завершения которой являются: потемнение и остывание массы, появление легкого фруктового запаха. Передерживать сырье не имеет смысла, поскольку оно начнет разлагаться под воздействием гнилостных бактерий.

Высушивание. Ферментированное сырье осталось высушить и получить конечный продукт – сухой чай для заваривания напитка. Способов сушки несколько.

Самый простой – разложить готовое сырье тонким слоем на чистой ткани или бумаге и поместить в проветриваемое, но сухое помещение, закрытое от прямых солнечных лучей. По мере высыхания, массу аккуратно перемешивают и снова разравнивают. Срок такой сушки - до недели. Критерий готовности – достижение состояния ломкости частичек сырья. Сухой чай имеет серо-черный цвет с зеленоватым оттенком. В этом случае, чем выше температура сушки, тем быстрее проходит высушивание. Но категорически не рекомендуются температуры сушки свыше 60 °С, тогда разрушаются биологически активные вещества, а сырье постепенно

обугливается. В итоге получится уже не чай, а жженная трава.

Сельхозтоваропроизводители стремятся ускорить процесс путем использования существующих технологий сушки. Как правило, это технологии конвективной сушки, основными недостатками которой являются: значительные потери тепла с отходящим отработанным воздухом, зависимость эффективности работы сушилки от влажности атмосферного воздуха, негативное влияние горячего воздуха на качество готового продукта [5].

В этом случае весьма перспективно использование ИК-сушки, ввиду ряда важных отличий от классических методов нагрева: 1) не требуется наличия теплоносителя, способствующего загрязнению обрабатываемого материала; 2) материал не перегревается вблизи теплопередающей стенки, тепловыделение происходит в объеме материала, и его температура выше, чем температура стенок аппарата; 3) интенсивность нагрева не зависит от агрегатного состояния материала, а только от его оптических, диэлектрических свойств. При использовании ИК-нагрева интенсификация сушки увеличивается в 1,5-2,0 раза при снижении энергозатрат в 1,5 раза [6,7].

2. Преимущества технологии ИК-сушки.

Эффективность выбранной технологии сушки растительного сырья оценивается в основном двумя факторами: степенью смягчения теплового воздействия на сырье и сокращением энергозатрат на завяливание и сушку.

Такая технология может быть высокопроизводительной при использовании сушильных установок транспортерно-каскадного типа при непрерывном технологическом процессе [8]. Так как завяливание и сушка в них осуществляется одним из перспективных способов сушки на данный момент - ИК-излучением (рис.2).

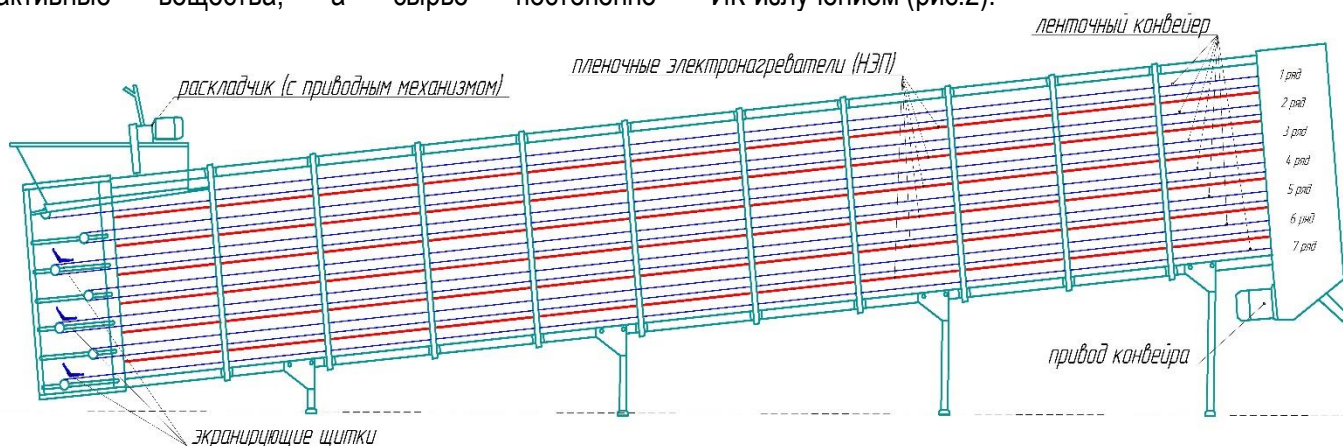


Рисунок 2. – Сушильная установка транспортерно-каскадного типа

В качестве нагревательных элементов инфракрасного излучения используются пленочные электронагреватели (НЭП), это обеспечивает

равномерное облучение продукта сушки в режиме щадящих температур (45- 60 °С) при минимальных энергетических затратах [9,10]. Установка содержит

систему автоматического управления, контролирующую необходимые технологические параметры процесса сушки, что обеспечивает высокое качество готового продукта.

Таким образом применение технологии ИК-сушки с использованием транспортерно-каскадной сушильной установки в технологическом процесс обработки чайного сбора из иван-чая позволяет: 1) снизить затраты ручного труда, за счет автоматизации двух операций производства (завяливание и высушивание); 2) снизить энергозатрат, за счет применения низкотемпературного инфракрасного пленочного электронагревателя и системы автоматического управления; 3) снизить себестоимость готовой продукции вследствие первых двух пунктов; 4) повышения качества продукции за счет контроля температурно-временных режимов сушки.

ИСТОЧНИКИ

1. Афонькина В.А. Инфракрасная сушка термолабильного сырья на примере зеленых культур. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Челябинск – 2014. - С.4-19.

2. Попов В.М., Афонькина В.А., Шукшина Е.И., Левинский В.Н. Результаты исследований качественных показателей процесса ИК-сушки зеленых культур // Материалы LIII международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». Часть III. Челябинск – 2014. – С. 363-367.

3. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н. Результаты исследований качественных показателей процесса ик – сушки томатов по содержанию аскорбиновой кислоты // Международный научно-исследовательский журнал. №9-3(63). Екатеринбург – 2017. – С. 58-62.

4. Губина Т.О., Стахеева Л.М. Процесс изготовления иван-чая // Молодежь и наука. №5. Екатеринбург – 2016. - С.103.

5. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н. К вопросу об инфракрасной сушки томатов // Материалы LV международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». Часть III. Челябинск – 2016. – С. 267-274.

6. Левинский, В. Н., Попов В.М., Афонькина В.А. Разработка сушильной установки высоковлажного биологического сырья с применением пленочных электронагревателей // Материалы науч.-практ. конф. в рамках XXVI международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2016», часть III. Уфа, 2016. — С. 34—39.

7. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н., Шукшина Е.И. Инфракрасная сушильная установка высоковлажного биологического сырья // Научные проекты Южно-Уральского аграрного университета. Челябинск – 2016. – С.73-75.

8. Попов В.М., Афонькина В.А., Кечкин А.А. Патент 102771 RU F26B 3/30 «Сушильная установка» - №2010140666/03, заявленный 04.10.2010, опубликованный 10.03.2011. Бюл. №7.

9. Полевой Б.Г., Попов В.М. Патент 100353 RU H05B 3/36 «Пленочный электронагреватель» - №2010115793, заявленный 20.04.2010, опубликованный 10.12.2010. Бюл. №34.

10. Попов В.М., Афонькина В.А. Использование пленочных электронагревателей (ПЛЭН) в технологическом процессе сушки растительного и дикорастущего сырья // Вестник КрасГАУ. 2011. - № 12. – С. 216-218.

УДК 621.31

Т.С. Ливанова, С.Н. Коновалов

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТОЧНОГО КОГЕРЕНТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ ПЛАНЕТАРНЫХ РЕДУКТОРОВ

Ключевые слова: высокоточный, драйвер, электродвигатель, эффективный, планетарные редукторы, когерентный электропривод

Аннотация. Рассматривается способ увеличения точности и эффективности планетарного электропривода на основе колебательных составляющих редуктора и электродвигателя.

Цель работы. Разработать аппаратно-программный комплекс (далее АПК) для увеличения точности и эффективности планетарного электропривода, на основе колебательных составляющих планетарного редуктора и электродвигателя.

Актуальность. Высокоточные планетарные редукторы используются в самых передовых отраслях человеческой деятельности: робототехнике, космосе, медицине, транспорте, энергетике и в других отраслях.

Современный высокоточный электропривод - это механизм, который состоит из:

- драйвера, который управляет электродвигателем;

- электродвигателя, который имеют свою колебательную составляющую выходных характеристик - снижая КПД электропривода;

- высокоточного планетарного редуктора, у которого имеется колебательная характеристика выходного звена, которая снижают точность электропривода.

Колебания планетарного редуктора и электродвигателя понижают точность и КПД электропривода, а в космосе, в робототехнике, в медицине, в военной сфере - даже самые незначительные ошибки, в секунды градуса, порой стоят человеческих жизней или миллиардных убытков.



Рисунок 1 - Схема высокоточного синхронного электропривода

Решение. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научно-технические задачи:

1) Разработать научно-технические основы увеличения точности и эффективности планетарного электропривода на основе колебательных составляющих планетарного редуктора и электродвигателя;

2) Разработать АПК, который будет реализовывать научно-технические основы увеличения точности и эффективности планетарного электропривода на основе колебательных составляющих планетарного редуктора и электродвигателя.

Чтобы избежать негативного влияния колебаний и повысить точность и энергоэффективность электропривода необходимо создать драйвер (аппаратно-программный комплекс), который будет создавать такие режимы работы электропривода, как:

- «повышение точности электропривода» (работа в противофазе) – увеличение точности редукторов (уменьшение угловой ошибки с 70 до 30 угловых секунд).

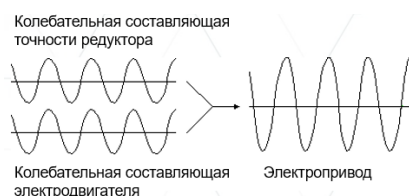


Рисунок 2 – Графическое представление работы в противофазе электропривода

УДК.621.313.333

О.В. Логачёва, В.А. Каргин, А.Г. Закамсков

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ЛИНЕЙНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА В ПРИВОДЕ ШПРИЦЕВАТЕЛЯ КОЛБАСНОГО ФАРША

Аннотация. В настоящей работе проведено сравнение надежности приводов с асинхронным электроприводом и линейным электромагнитным двигателем (ЛЭМД) в установках для шприцевания колбасного фарша.

Ключевые слова: оценка надежности, электромагнитные приводы, линейные электромагнитные двигатели, шприцеватели колбасного фарша, вероятность отказов.

Обеспечение продовольственной безопасности страны выдвигает задачу создания новых и совершенствования существующих технологий, технических средств и приводов для сельхозотрасли и предприятий АПК. В настоящее время для привода

- «повышение эффективности электропривода» (работа когерентно) - увеличение момента и КПД от 3 до 10 %, в зависимости от оборотов и нагрузки на электропривод.

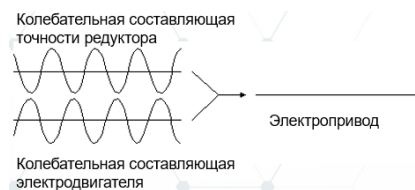


Рисунок 3 – Графическое представление когерентной работы электропривода

Реализуются данные режимы следующим образом:

1) Определяем колебательную составляющую электродвигателя на холостом ходу и под нагрузкой;

2) Определяем колебательную составляющую электропривода на холостом ходу и под нагрузкой;

3) Вычленяем колебательную составляющую редуктора из колебательной составляющей электропривода;

4) Определяем возможности регулировок и смещения колебательных составляющих электродвигателя и редуктора.

Вывод. АПК позволит увеличить эффективность, точность и качество планетарного электропривода, а также повысит исследовательские наработки в области планетарного электропривода.

ИСТОЧНИКИ

1. *Иванов, М.Н.* Детали машин / М.Н. Иванов. – М. : Высш. шк., 1999. – 400 с.

2. *Horst Schulz.* Antriebs-technik. Neuentwickelte Getriebetechnik verleiht Robotern mehr Dynamik. Maschinenmarkt, Wurzburg 101 (1995) 35.

3. *RV.* Untersetzungs – Getriebe fur hochprazise Steuerung. Neue Mechanik (Rotary Vector). (Проспект ф. Teijin Seiki Co., LTD), Япония.

машин и устройств с возвратно-поступательным движением рабочего органа (РО), например, шприцевателей колбасного фарша, электродвигатели вращательного действия с преобразователями движения [1-2].

Для привода таких машин перспективным является применение линейных электромагнитных двигателей (ЛЭМД), отличающихся конструктивной простотой, непосредственным преобразованием электроэнергии в механическую работу якоря с линейной траекторией движения, относительно низкой стоимостью [3,4].

В настоящее время расчеты надежности стали обязательным элементом инженерного проектирования любой технической системы [5-9].

Наиболее наглядное сравнение оборудования для шприцевателя колбасного можно провести по характерным показателям надежности: средней наработки на отказ $T_{cp}(t)$, вероятности $Q(t)$ и интенсивности отказов $\lambda(t)$ [8,9].

Вероятность отказов приводов с асинхронным электродвигателем $Q_{AD}(t)$ и с ЛЭМД $Q_{ЛЭМД}(t)$ можно определить по выражению:

$$Q_{AD}(t) = \sum_i Q_{AD}^u(t) \cdot \sum_i Q_{AD}^s(t) =$$

$$= (Q_{офр}^u(t) + Q_{тк}^u(t) + Q_{н}^u(t) + Q_{офс}^u(t) + Q_{зфс}^u(t) + Q_{уу}^u(t) + Q_{кэ}^u(t)) \times$$

$$\times (Q_{офр}^s(t) + Q_{тк}^s(t) + Q_{зсс}^s(t) + Q_{офс}^s(t) + Q_{зфс}^s(t) + Q_{уу}^s(t) + Q_{кэ}^s(t));$$

$$Q_{ЛЭМД}(t) = \sum_i Q_{AD}^u(t) \cdot \sum_i Q_{AD}^s(t) =$$

$$= (Q_{зфс}^u(t) + Q_{уу}^u(t) + Q_{кэ}^u(t)) \cdot (Q_{зфс}^s(t) + Q_{уу}^s(t) + Q_{кэ}^s(t)).$$

Представим общую вероятность отказов Q за время t для привода с АД и с линейным электромагнитным двигателем в виде графика $Q = f(t)$ (рис. 1).

Таблица 1 - Вероятности отказов основных элементов приводов

Вид неисправности	Вероятности отказов	
	для привода с АД	для привода с ЛЭМД
обрыв в фазе статора	0,31	0,31
износ тел качения и дорожек	0,06	–
несоосность валов двигателя и рабочей машины	0,04	–
витковое замыкание фазы в обмотке статора	0,24	0,24
неисправность устройства управления	0,08	0,08
неисправность коммутационного элемента	0,06	0,06
обрыв в фазе ротора	0,21	–

$$\left. \begin{aligned} Q_{AD}(t) &= \sum_i Q_{AD}^u(t) \cdot \sum_i Q_{AD}^s(t); \\ Q_{ЛЭМД}(t) &= \sum_i Q_{ЛЭМД}^u(t) \cdot \sum_i Q_{ЛЭМД}^s(t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $Q_{AD}^u(t)$, $Q_{ЛЭМД}^u(t)$ – вероятности износных отказов приводов с АД и линейным электромагнитным двигателем, $Q_{AD}^s(t)$, $Q_{ЛЭМД}^s(t)$ – вероятности внезапных отказов приводов с асинхронным электродвигателем и ЛЭМД.

Опыт проектирования и эксплуатации электроприводов позволил выявить ряд неисправностей, приводящих к остановке технологического оборудования, в частности $Q_{офр}(t)$, $Q_{тк}(t)$, $Q_{н}(t)$, $Q_{офс}(t)$, $Q_{зфс}(t)$, $Q_{уу}(t)$, $Q_{кэ}(t)$, ориентировочные значения которых приведены в таблице 1 [9]. Тогда выражение (1) примет вид:

$$\left. \begin{aligned} Q_{AD}(t) &= \sum_i Q_{AD}^u(t) \cdot \sum_i Q_{AD}^s(t) = \\ &= (Q_{офр}^u(t) + Q_{тк}^u(t) + Q_{н}^u(t) + Q_{офс}^u(t) + Q_{зфс}^u(t) + Q_{уу}^u(t) + Q_{кэ}^u(t)) \times \\ &\times (Q_{офр}^s(t) + Q_{тк}^s(t) + Q_{зсс}^s(t) + Q_{офс}^s(t) + Q_{зфс}^s(t) + Q_{уу}^s(t) + Q_{кэ}^s(t)); \\ Q_{ЛЭМД}(t) &= \sum_i Q_{AD}^u(t) \cdot \sum_i Q_{AD}^s(t) = \\ &= (Q_{зфс}^u(t) + Q_{уу}^u(t) + Q_{кэ}^u(t)) \cdot (Q_{зфс}^s(t) + Q_{уу}^s(t) + Q_{кэ}^s(t)). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Известно, что $Q(t)=1-P(t)$. Следовательно, $P(t)=1-Q(t)$, $P(t)=1-0,31=0,69$

$\lambda(t)=\frac{Q(t)}{P(t)}=0,31/0,69=0,45$, $T_{cp} = 1/\lambda(t)$, $T_{cp} = 1/0,45=2,22$ ч.

Таблица 2 - Вероятности отказов основных элементов приводов

Вид неисправности	Среднее время наработки на отказ T_{cp}	
	для привода с АД	для привода с ЛЭМД
обрыв в фазе статора	2,22	2,22
износ тел качения и дорожек	15,65	–
несоосность валов двигателя и рабочей машины	23,8	–
витковое замыкание фазы в обмотке статора	3,13	3,13
неисправность устройства управления	11,5	11,5
неисправность коммутационного элемента	15,63	15,63
обрыв в фазе ротора	3,7	–

С учетом вероятности отказов $Q(t)$ привода,

при прочих равных условиях, среднее время наработки на отказ T_{cp} у приводов с ЛЭМД $T_{cp}^{ЛЭМД}$ больше чем у приводов с АД $T_{cp}^{АД}$ на $\Delta T_{cp} \approx 27\%$ (рис.1).

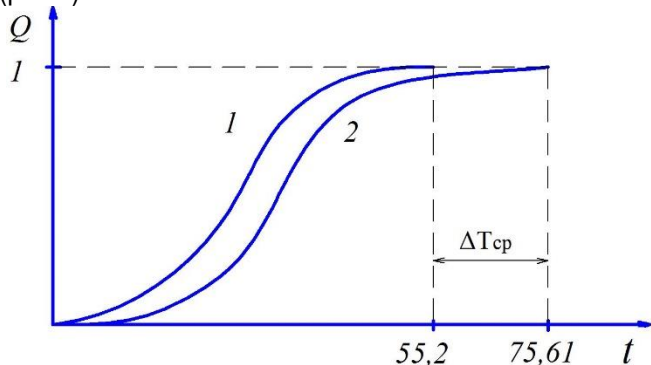


Рисунок 1 - Вероятность отказа $Q(t)$ привода с АД (1) и ЛЭМД (2)

Важным показателем надежности является интенсивность отказов $\lambda(t)$, учитывающая количество отказов за единицу времени t . Таким образом, для электроприводов с асинхронным двигателем $\lambda_{АД}(t)$ и с ЛЭМД $\lambda_{ЛЭМД}(t)$:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{АД}(t) &= \frac{f_{АД}(t)}{Q_{АД}(t)}; \\ \lambda_{ЛЭМД}(t) &= \frac{f_{ЛЭМД}(t)}{Q_{ЛЭМД}(t)}, \end{aligned} \right\} (3)$$

где $f_{АД}(t)$, $f_{ЛЭМД}(t)$ – плотность вероятности отказов соответственно приводов с асинхронным двигателем и ЛЭМД.

С учетом [9,10] выражения (3) преобразуем в вид:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{АД(t)} &= f_{АД}(t) / (Q_{офр}^u(t) + Q_{тк}^u(t) + Q_n^u(t) + Q_{офс}^u(t) + Q_{зфс}^u(t) + Q_{yy}^u(t) + Q_{кэ}^u(t)) \times \\ &\times (Q_{офр}^6(t) + Q_{тк}^6(t) + Q_{элсс}^6(t) + Q_{офс}^6(t) + Q_{зфс}^6(t) + Q_{yy}^6(t) + Q_{кэ}^6(t)) \\ \lambda_{ЛЭМД(t)} &= f_{ЛЭМД}(t) / (Q_{офс}^u(t) + Q_{зфс}^u(t) + Q_{yy}^u(t) + Q_{кэ}^u(t)) \times (Q_{офс}^6(t) + Q_{зфс}^6(t) + Q_{yy}^6(t) + Q_{кэ}^6(t)) \end{aligned} \right\} (4)$$

Для визуализации интенсивности отказов $\lambda(t)$ для приводов с АД и линейным электромагнитным двигателем представим выражение (4) в виде диаграммы $\lambda = f(t)$ (рис. 2).

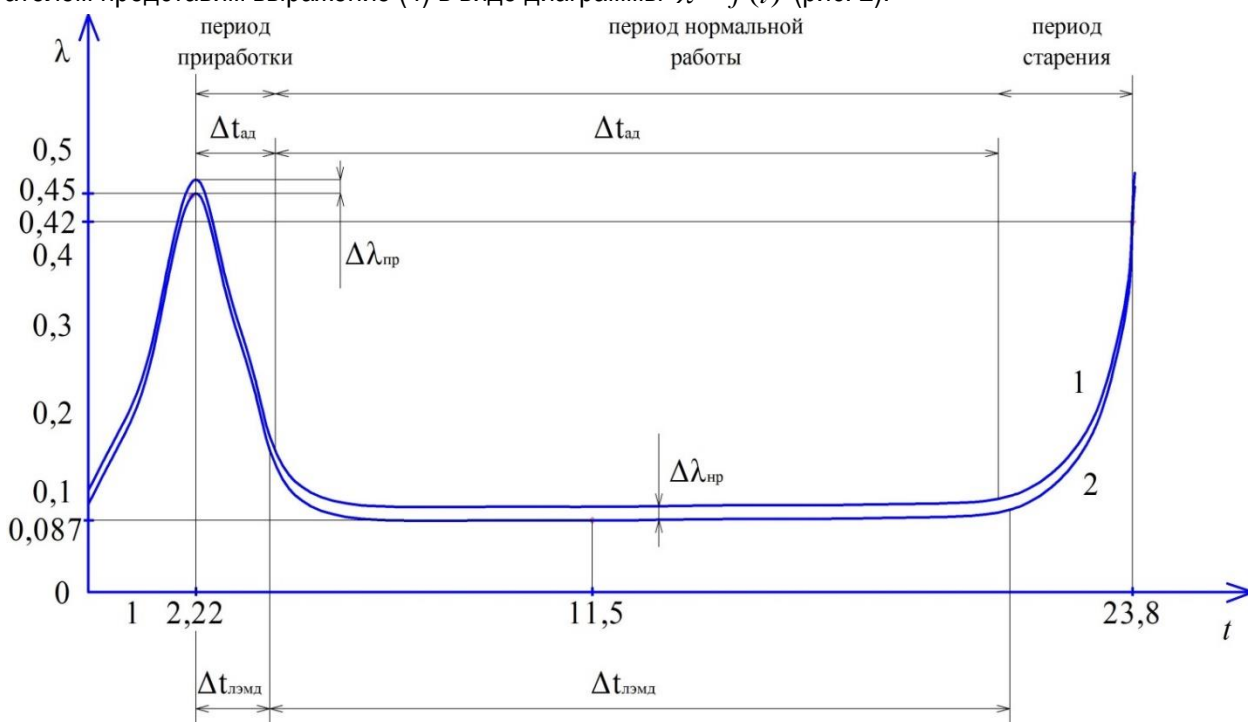


Рисунок 2 - Диаграмма интенсивности отказов приводов с асинхронным двигателем (1) и линейным электромагнитным двигателем (2).

Сравнительный анализ показал, что применение ЛЭМД в приводе оборудования с возвратно-поступательным перемещением РО позволяет увеличить период нормальной эксплуатации на

$\Delta t = 16...24\%$, а количество отказов снизить на $25...31\%$ по сравнению с АД [9,10].

ИСТОЧНИКИ

1. Усанов, К.М. Классификация и анализ устройств для принудительного наполнения фаршем колбасных оболочек /

К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев // В сборнике: Технология и продукты здорового питания, материалы III Международной научно-практической конференции, 2009. – С.148-152.

2. Усанов, К.М. Импульсные электромагнитные двигатели в приводе оборудования пищевого производства / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко, С.М. Зубарев // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства, материалы Международной научно-практической конференции, 2010. – С.228-231.

3. Усанов, К.М. Интенсификация охлаждения импульсных машин с линейными электромагнитными двигателями / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.А. Козлов // Техника в сельском хозяйстве, 2013. № 1. – С. 16-17.

4. Марадудин, А.М. Оценка эффективности охлаждения линейных электромагнитных двигателей импульсных машин / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, Д.П. Щербаков // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VI Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2015. – С.157-160.

5. Спиридонов, А.А. Стоимостный подход к капитальному ремонту электрооборудования / А.А. Спиридонов, О.В. Логачёва // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.

6. Спиридонов, А.А. Прогнозирование технического состояния электрооборудования / А.А. Спиридонов, О.В. Логачёва // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.

7. Спиридонов, А.А. К вопросу оптимизации надёжности электрических систем / А.А. Спиридонов, О.В. Логачёва // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016.

8. Усанов, К.М. Оценка надёжности приводов машин с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2010. – С.339-343.

9. Усанов, К.М. Оценка надёжности электроприводов с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // В сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству, материалы XLIX Международной научно-практической конференции, 2010. – С.389-393.

УДК 631.28.01

И.Ю. Лошкарёв, А.Н. Кондрашов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Саратова, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ ТЕРМООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ КАМЕРЫ ПО ТЕПЛОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Ключевые слова: тепловизор, пирометр, коптильная камера, диагностика энергооборудования, неразрушающий контроль.

Аннотация. В статье предложена методика диагностических мероприятий в энергооборудовании термообработывающей камеры с помощью метода неразрушающего контроля.

Внедрение приборов инфракрасной техники в энергетику является одним из основных направлений развития высокоэффективной системы технической диагностики, которая обеспечивает возможность контроля теплового состояния электрооборудования и электроустановок без вывода их из работы, выявления дефектов на ранней стадии их развития, сокращения затрат на техническое обслуживание за счет прогнозирования сроков и объемов ремонтных работ [1].

Для обеспечения технических требований к условиям и порядку проведения ИК - диагностики электрооборудования и оценки результатов измерений разработаны положения, рассмотрены погрешности при ИК- контроле и способы их устранения, конструктивные особенности электрооборудования, связанные с протеканием тепловых процессов при его работе, приведены нормы оценки теплового состояния токоведущих частей, термограммы характерных неисправностей электрооборудования, указаны основные принципы

выбора приборов инфракрасной техники, способы метрологической поверки пирометров [1-3].

Применение неразрушающего контроля на предприятиях с термообработкой продукции одним из основных и незаменимых методов диагностики. На рисунке 1 представлена схема коптильной камеры.

Важным этапом при проведении теплового неразрушающего контроля является предварительная подготовка и определения необходимых средств измерения. Начало диагностики данной камеры начинают от ввода кабеля в распределительный щит с помощью тепловизора [4-12].

На рисунке 2 представлена термограмма распределителя и нагрев всех подходящих жил кабеля. Далее проводится пофазная диагностика контактных соединений вводно- распределительного устройства с помощью пирометра. В соответствии с [3], предельное значение контактных соединений из меди, алюминия или из их сплавов осуществляемые болтами, клепками или другим способом жёсткого

соединения, не должна превышать 80°C. Измерения проводились для каждой фазы. При проведении диагностики наблюдался перегрев контактного соединения крайней правой фазы ВРУ.

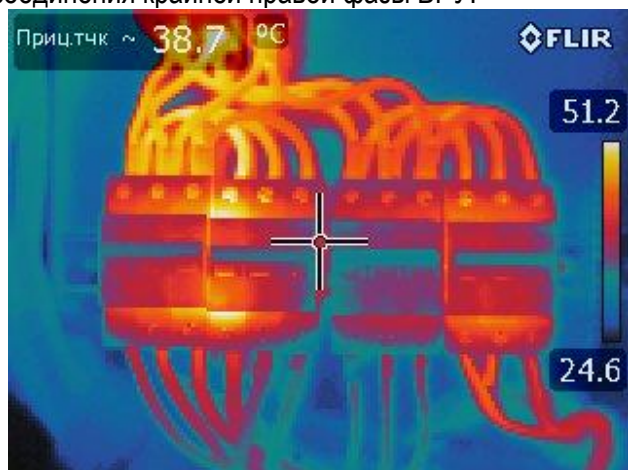


Рисунок 2. Термограмма части распределительного щита коптильной камеры

Среди основных причин перегрева можно выделить повышенное переходное сопротивление вследствие плохого контактного соединения. Локальные нагревы могут возникать из-за неплотного соединения, окисления или коррозии. ненадёжное контактное соединение может стать причиной серьёзной аварии. Так же происходит передача тепла к коммутационным аппаратам, что может повлиять и на их состояние. После диагностики была произведена протяжка контактных соединений и проведена повторная диагностика контактных соединений вводно распределительного устройства. После вводного устройства диагностируются:

- 1- электроприводы;
- 2- дымогенератор;
- 3- уплотнители дверей и защелок;
- 4- уплотнение всей вспомогательной аппаратуры камеры.

По итогам проведенной диагностики заполняется протокол, в котором указываются все проведенные испытания. По итогам протокола делается заключение о необходимых мерах по устранению неисправностей.

ИСТОЧНИКИ

1. Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ. / РД.153-34.0-20.363-99:-М.: ОРГРЭС, 1999.
2. Методика тепловизионной неразрушающей диагностики электрооборудования: Утв. деп. гос. энергетического надзора 19.08.2003, - М., 2003. - 27с.

3. Объемы и нормы испытаний электрооборудования: РД 34.45-51.300-97/ Под общ. ред. Б.А. Алексеева и др. - М.: НЦ ЭНАС, - 1998. - 256 с.
4. **Лошкарёв, И.Ю.** Прогнозирование состояния электродвигателей //И.Ю. Лошкарёв // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы Международной научно-практической конференции / Под ред. А.В. Павлова. – Саратов: Издательство «КУБиК», 2010.- С. 204-205.- ISBN 978-5-91818-045-7.
5. **Лошкарёв, И.Ю.** Диагностика электрооборудования с помощью тепловых характеристик / И.Ю. Лошкарёв // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы II международной научно-практической конференции / Под ред. А.В. Павлова. – Саратов: Издательство «КУБиК», 2011.- С. 166-169.- ISBN 978-5-91818-136-2.
6. **Лошкарёв, И.Ю.** Методы неразрушающего контроля/ И.Ю. Лошкарёв, А.А. Туманов // Материалы международной научно-практической конференции студентов, проходившей в ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова» 23 марта 2011 года. Сборник научных трудов.- Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2011.-С. 22-23.- ISBN 978-5-9999-0714-1.
7. **Лошкарёв, И.Ю.** Значение диагностики в процессе эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве //И.Ю. Лошкарёв, Г.П. Ерошенко, С.М. Бакиров // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы III Международной научно-практической конференции./ Под ред. А.В.Павлова.- Саратов, 2013.- С. 84-85 . – ISBN 978-5-91918-219-2.
8. **Лошкарёв, И.Ю.** Погрешности при инфракрасном контроле / И.Ю. Лошкарёв, А.С. Чернышев // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы 4 Международной научно-практической конференции./ Под ред. А.В.Павлова.- Саратов, 2013.- С. 184-185 . – ISBN 978-5-9999-1641-9.
9. **Лошкарёв, И.Ю.** Диагностирование энергетического оборудования в сельском хозяйстве по тепловым характеристикам / И.Ю. Лошкарёв, А.С. Чернышев // «Вестник студенческого научного общества» составлен по материалам международной научно- практической студенческой конференции «Студенты в научном обеспечении развития АПК», проходившей в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете 21-22 марта 2013 года./ Под ред. В.А. Смелик.- Санкт-Петербург, 2013.- С. 416-417. - ISSN 2077-5873.
10. **Лошкарёв, И.Ю.** Методы диагностирования энергооборудования/ И.Ю. Лошкарёв, Д.В. Лебедева //Новые технологии и технические средства в АПК: Материалы Международной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Красникова Владимира Васильевича.- Саратов, «Буква» 2013.- С.118-119. – ISBN 978-5-906522-04-7
11. **Лошкарёв, И.Ю.** Неразрушающий контроль. Особенности методов неразрушающего контроля/ И.Ю. Лошкарёв, А.С. Чернышев //Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы 4 Международной научно-практической конференции./ Под ред. А.В.Павлова.- Саратов, 2013.- С. 186-187 . – ISBN 978-5-9999-1641-9.
12. **Лошкарёв, И.Ю.** Преимущества диагностирования энергооборудования с использованием пирометрического контроля / И.Ю. Лошкарёв, Д.В. Лебедева // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: Сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции./ Под ред. И.Л. Воротникова.- Саратов: Буква, 2014. – 580 с. - ISBN 978-5-906522-50-4.

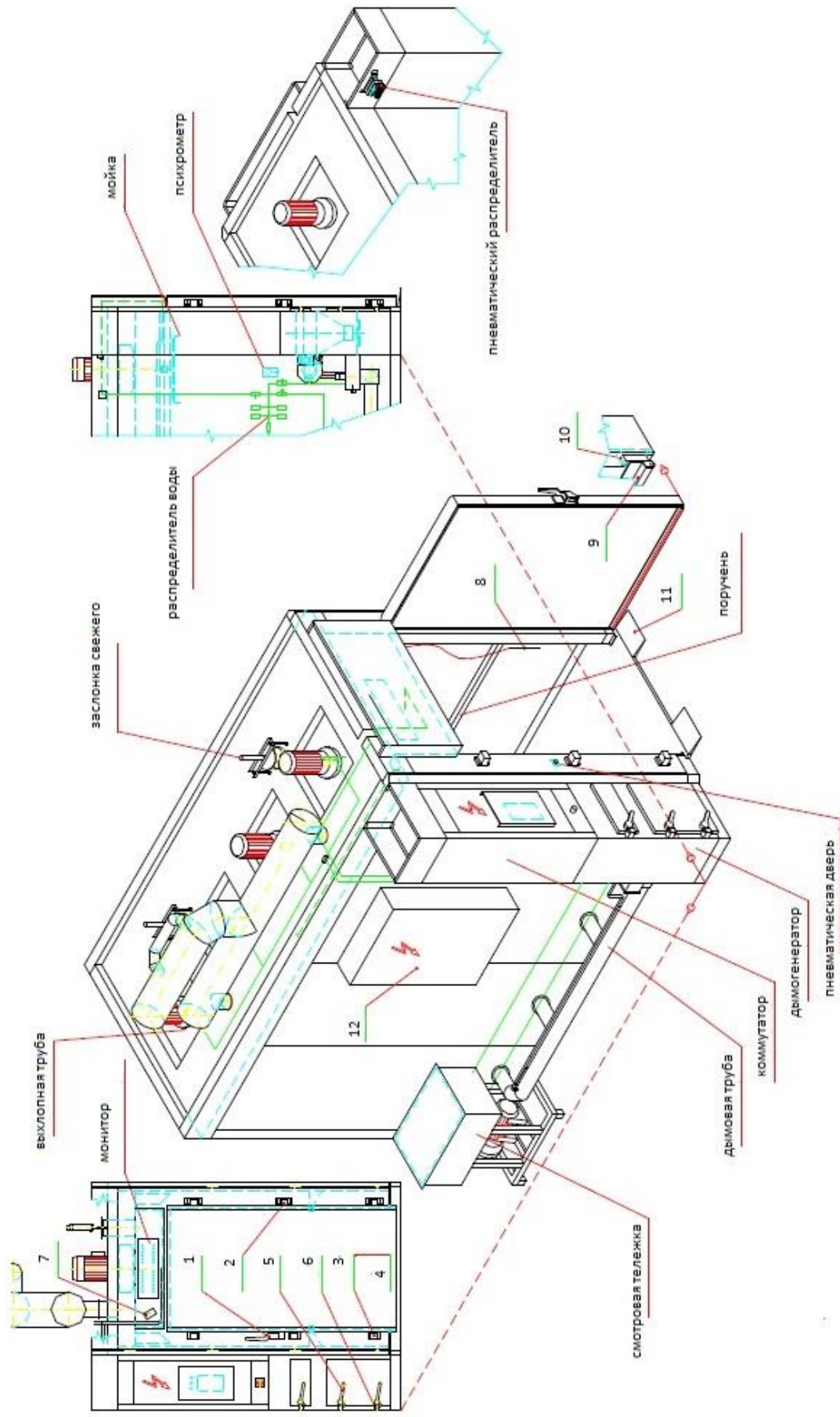


Рис.1. Схема копильной камеры. 1- дверная ручка; 2- дверная петля; 3-дверная защелка; 4-защелка; 5- дверная ручка; 6- замок; 7- термостат; 8- датчик температуры внутри продукта; 9- планка; 10- силиконовое уплотнение; 11- короткая раampa; 11.1- длинная раampa; 12- электрический вспомогательный распределительный шкаф

ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ БЛОКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПУСКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Аннотация. В статье рассматриваются особенности устройства и работы блока автоматического пуска дизельной электростанции.

Ключевые слова: автоматический запуск, дизельная электростанция.

Автоматизация пуска и остановки резервной дизельной электростанции в сочетании с рациональным выбором мощности агрегата в зависимости от количества потребителей I (II) категории на сельскохозяйственных объектах I (II) категории позволяет эффективно и экономично решать задачу повышения надежности электроснабжения [1, 2].

В электрической схеме главных соединений дизель-генератора предусмотрена автономная работа электроагрегата на электрическую сеть напряжением 380 вольт. Параллельная работа ДЭС с основным источником централизованного электроснабжения не допускается.

Основным элементом схемы управления электростанции является блок автоматического запуска.

Питание блока осуществляется от аккумуляторной батареи. Он контролирует напряжение на зажимах синхронного генератора и в линии, приходящей от ТП 10/0,4 кВ. При снижении напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ ниже 340 вольт блок автоматического запуска осуществляет с минутной выдержкой времени запуск дизельного агрегата, а затем переключение резервируемой сети с питания от трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ на питание от резервной дизельной электростанции. При появлении напряжения в линии от ТП 10/0,4 выше 360 вольт блок автоматического запуска переключает резервируемую сеть с питания от ДЭС на питание от основной сети. Выдержка времени необходима для устранения ложных срабатываний при кратковременных провалах напряжения.

Блок питания функционирует следующим образом (рис. 1). Постоянное напряжение 12 вольт аккумуляторной батареи поступает на микросхему интегрального стабилизатора 7805, которая создает стабилизированное фиксированное напряжение положительной полярности величиной +5 вольт. Конденсатор С2, поставленный на выходе микросхемы, улучшает переходные процессы и удерживает полное выходное сопротивление схемы на низком уровне при высоких частотах. Резистор R13 создает минимально необходимую нагрузку для микросхемы интегрального стабилизатора 7805.

Цепи с обмотками реле включены непосредственно под напряжение аккумуляторной батареи.

Блок контроля напряжения предназначен для запуска выдержки времени на переключение резервируемой линии с питания от сети на питание от ДЭС.

Структурно блок контроля напряжений состоит из трех пороговых устройств. Два из них представляют собой усилители с общим эмиттером на транзисторах (соответственно VT1, VT2 и VT3, VT4), включенных по схеме Дарлингтона для увеличения общего коэффициента усиления, в базовую цепь которых включены последовательно соединенные токоограничивающий резистор (соответственно R1 и R3) и стабилитрон (соответственно VD1 и VD2), а нагрузкой которых являются светодиоды тиристорных оптронов (соответственно U1 и U2). Одно пороговое устройство реагирует путем отпирания оптрона на повышение напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ до 360 вольт, а другое – на повышение напряжения до 340 вольт. Работают пороговые устройства следующим образом. Как только напряжение сигнала превысит напряжение пробоя стабилитронов, они открываются. Появляется базовый ток и транзисторные усилители отпираются – оптроны срабатывают. Третье пороговое устройство срабатывает путем отпирания оптрона U3 при отсутствии необходимого для срабатывания устройства напряжения на его входе. Данное пороговое устройство контролирует напряжение на зажимах генератора ДЭС. Пороговые устройства совместно управляют работой реле KL1. Логика совместной работы пороговых устройств, реализованная в их соединении друг с другом, построена таким образом, что при снижении напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ (ДЭС не работает) отключение питания обмотки реле KL1 происходит при достижении 340 вольт, а при повышении напряжения в этой же линии после обесточивания (ДЭС при этом работает) включение питания обмотки реле KL1 происходит только при достижении 360 вольт.

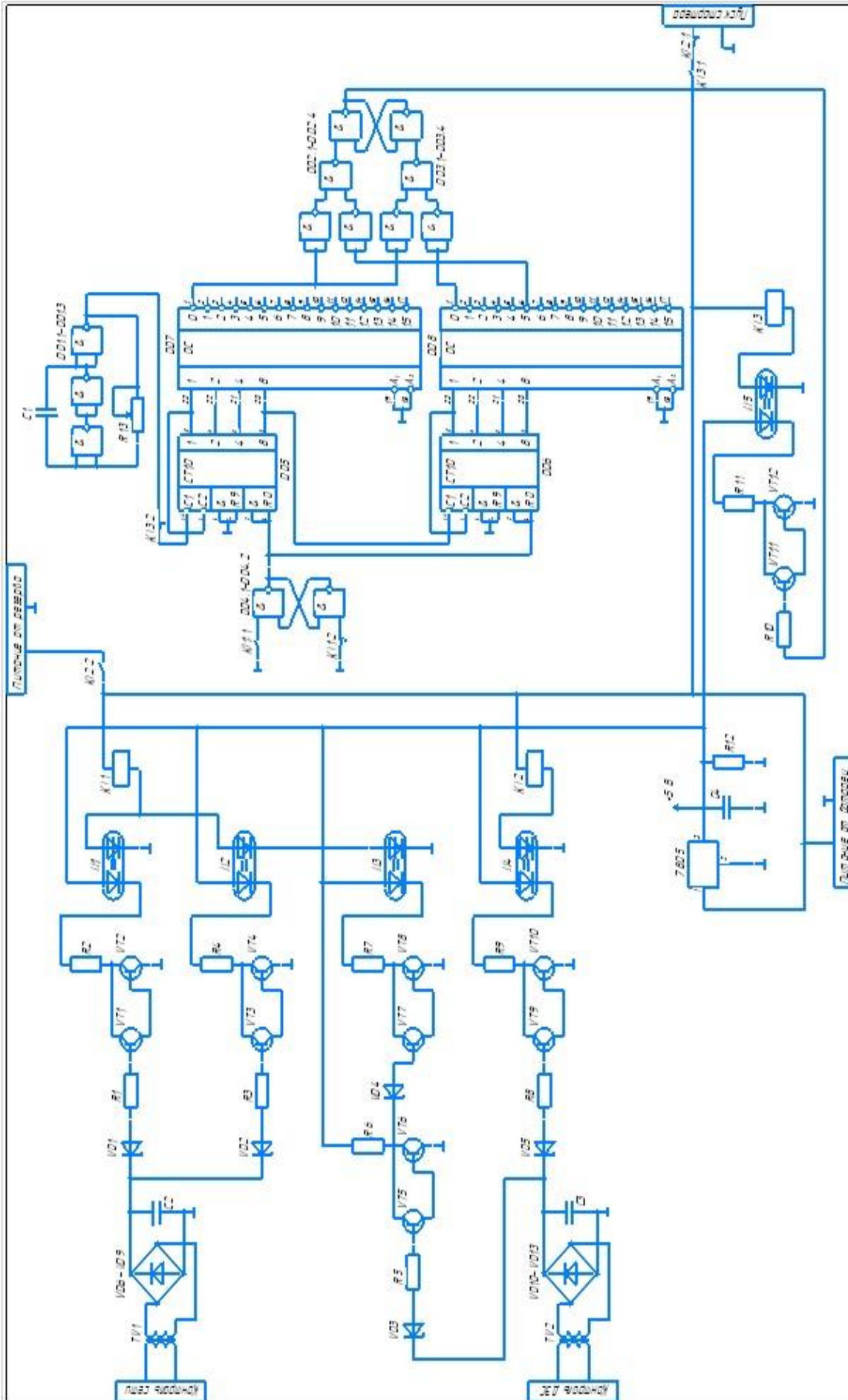


Рис.1. Схема блока автоматического пуска дизель-генератора

Цифровой блок выдержки времени реализован на К155ЛА3, 2 микросхемах К155ИД3 и 2 микросхемах нескольких цифровых микросхемах: 4 микросхемах К155ИЕ2. Микросхема К155ЛА3 является

совокупностью четырех элементов «И-НЕ». Микросхема K155ИД3 – дешифратор, предназначенный для преобразования четырехразрядных двоичных чисел в десятичные. Микросхема K155ИЕ2 – двоично-десятичный счетчик.

Цифровой блок выдержки времени выполняет функцию минутной задержки пуска в работу ДЭС. В течение времени выдержки блок формирует на своем выходе нулевое напряжение, а затем на его выходе появляется положительное напряжение 5 вольт.

Отсчет выдержки времени происходит следующим образом. Мультивибратор на трех элементах «И-НЕ» DD1.1, DD1.2, DD1.3 микросхемы K155ЛА3, конденсаторе С1 и резисторе R10 генерирует импульсы напряжения с периодом в одну секунду. С мультивибратора импульсы напряжения подаются на счетный вход «С1» четырехразрядного двоично-десятичного счетчика DD5 на микросхеме K155ИЕ2. Данный счетчик имеет четыре выхода для всех четырех разрядов. Выход младшего разряда соединен со входом триггерного делителя на пять «С2» данного счетчика для образования двоично-десятичного счетчика, а выход старшего разряда со счетным входом следующего счетчика. Таким образом, последовательно соединяется два четырехразрядных двоично-десятичных счетчика DD5 и DD6 на микросхемах K155ИЕ2, реализующих подсчет соответственно единиц и десятков секунд (в минуте 60 секунд).

Выходы счетчиков подключены к входам дешифраторов на микросхемах K155ИД3, на выходах которых, соответствующих каждой своей цифре, последовательно образуется нулевой сигнал по мере поступления на входы соответствующих двоичных кодов. Счетчики DD5, DD6 обслуживаются соответственно дешифраторами DD7, DD8

Схемы на элементах «И-НЕ» DD2.1-DD2.3 и DD3.1-DD3.3 предназначены для попарного логического перемножения сигналов с дешифраторов и перемножения результатов их перемножения между собой. После перемножения каждой пары результат инвертируется (кроме последнего перемножения). Перед перемножением сигналы с дешифраторов также инвертируются. Инвертирование осуществляется элементом «И-НЕ», у которого входы объединены. В результате на выходе этих схем получается нулевой логический сигнал только тогда, когда на их входах все сигналы – нулевые. Таким образом, выбирая определенные выходы дешифраторов и соединяя их с входами данных схем можно задаваться определенным значением времени выдержки и детектировать окончание выдержки времени по появлению нулевого сигнала на выходе этих схем.

Схема на элементах «И-НЕ» DD2.1-DD2.3 детектирует окончание шестидесятисекундной

выдержки времени, и ее выход соединен с S-входом RS-триггера на двух элементах «И-НЕ» DD2.4 и DD3.4. Схема на элементах «И-НЕ» DD3.1-DD3.3 детектирует обнуление счетчиков, и ее выход соединен с R-входом того же RS-триггера. Таким образом, при окончании выдержки времени на прямом выходе RS-триггера появляется логическая единица.

Старт отсчета выдержки времени осуществляется следующим образом. При обесточивании обмотки реле KL1 его нормально разомкнутый контакт KL1:1 размыкается, а нормально замкнутый KL1:2 – замыкается, что вызывает подачу нулевого сигнала на R-вход RS-триггера на двух элементах «И-НЕ» DD4.1 и DD4.2 и формирование на его прямом выходе нулевого сигнала. Прямой выход этого триггера соединен с объединенными между собой входами R0 и & счетчиков, и подача нулевого сигнала на эти входы запускает счетчики. При появлении питания на обмотке реле KL1 его контакты переходят в противоположное состояние, что вызывает подачу нулевого сигнала на S-вход RS-триггера, появление на его прямом выходе логической единицы и обнуление счетчиков.

Блок переключения линий предназначен для переключения резервируемой линии с питания от сети на питание от ДЭС и наоборот в зависимости от наличия или отсутствия напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ и на зажимах синхронного генератора ДЭС.

Блок переключения линий реализован на основе порогового устройства, представляющего собой усилитель с общим эмиттером на транзисторах VT9 и VT10, включенных по схеме Дарлингтона для увеличения общего коэффициента усиления, в базовую цепь которого включены последовательно соединенные токоограничивающий резистор R8 и стабилитрон VD5, а нагрузкой которого является светодиод тиристорного оптрона U4. Данное пороговое устройство контролирует напряжение на зажимах синхронного генератора дизельной электростанции и срабатывает путем отпирания оптрона U4 только при повышении напряжения генератора до 400 вольт. Работает это пороговое устройство следующим образом. Как только напряжение сигнала превысит напряжение пробоя стабилитрона VD5, он открывается. Появляется базовый ток и транзисторный усилитель на VT9 и VT10 отпирается – оптрон U4 срабатывает. Отпирание оптрона создает ток в обмотке реле KL2, которое своим нормально разомкнутым контактом KL2:2 замыкает цепь питания клемм «Питание от резерва», что вызывает переключение резервируемой линии с питания от сети на питание от ДЭС.

Блок управления стартером ДЭС предназначен для включения стартера для запуска дизельного

агрегата ДЭС и выключения стартера после запуска агрегата. Представляет собой усилитель с общим эмиттером на транзисторах VT11 и VT12, включенных по схеме Дарлингтона для увеличения общего коэффициента усиления, в базовую цепь которого включен токоограничивающий резистор R11, а нагрузкой которого является светодиод тиристорного оптрона U5. Данный усилитель своим входом подключен к выходу цифрового блока выдержки времени. При появлении на выходе блока цифрового управления напряжения +5 В (логическая единица) усилитель открывается, что вызывает отпирание оптрона U5 и срабатывание реле KL3, которое своим нормально разомкнутым контактом KL3:1 замыкает цепь питания клемм «Пуск стартера» – стартер запускается, а нормально замкнутым контактом KL3:2 размыкает цепь подачи счетных импульсов на счетчики для остановки отсчета времени.

Последовательно с контактом KL3:1 включен нормально замкнутый контакт KL2:1 реле KL2, который при достижении генератором номинального напряжения обесточивает клеммы «Пуск стартера» - стартер останавливается.

ИСТОЧНИКИ

1.Ербаева, Н.Б. Автономная система электроснабжения с помощью солнечных панелей для электрического освещения территории университета/ Н.Б. Ербаева, Р.Р. Файзуллин, А.В. Садырин, Е.Т. Ербаев, И.Ю. Лошкарёв, В.И. Лошкарёв //Актуальные проблемы энергетики АПК материалы VII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2016. С. 57-62.

2. Ербаева, Н.Б. Управление потоками энергии разной мощности в автономной системе электроснабжения ветро-дизельной установке/ Н.Б. Ербаева, Р.Р. Файзуллин, А.В. Садырин, Е.Т. Ербаев, И.Ю. Лошкарёв, В.И. Лошкарёв //Актуальные проблемы энергетики АПК материалы VII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2016. С. 52-56.

УДК 631.223.2:628.93

И.Ю. Лошкарёв, А.Я. Аберясов, В.И. Лошкарёв

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СВЕТОАЭРАТОРА В СИСТЕМУ ВЕНТИЛЯЦИИ КОРОВНИКА

Ключевые слова: энергосбережение, коровник, светоаэрационный конек, светоаэратор, естественная вентиляция.

Аннотация. С целью экономии электрической энергии нами рекомендуется применять в системе вентиляции животноводческих помещений светоаэраторы и светоаэрационные коньки.

Высокий уровень электровооруженности труда и сельскохозяйственного производства влечет заметное повышение себестоимости продукции. Электрическая энергия используется на всех этапах производства и переработки продукции. Наиболее электроемкими процессами в производстве являются электроосвещение и вентиляция. На вентиляцию приходится до 70% суммарной энергии в зависимости от вида животноводческого помещения. Исходя из этих данных, вентиляция является одним из самых энергоемких процессов. Таким образом для обоснования путей снижения энергозатрат необходимо в первую очередь рассмотреть затраты на вентиляцию помещения [1, 2].

Серьезным этапом в создании оптимального микроклимата в коровниках является проектирование и внедрение в практику комбинированной системы вентиляции и кондиционирования, способной снизить энергозатраты на содержание животных[2].

Для системы микроклимата устанавливаются светоаэрационные коньки. Вентилируются коровники естественным способом - через вентиляционные

шторы и дополнительно через светоаэрационные коньки [3].

Вентиляционные шахты предназначены для приточной и вытяжной вентиляции. Шахты имеют аэродинамическую форму и обладают высокой производительностью по воздуху при низком энергопотреблении. Корпус шахт изготовлен из пенополиуретана, который обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Это позволяет эксплуатировать шахту при низких отрицательных температурах. Длина шахты может регулироваться в соответствии с проектом помещения и схемой вентиляции путем присоединения дополнительных секций.

Кроме светоаэрационных коньков, существует и светоаэраторы. Светоаэратор - надежная и эффективная инновация для организации микроклимата в коровнике. Влияние вентиляции животноводческих помещений и притока свежего воздуха на удои не менее важно, чем влияние кормов и воды. От освещения коровника, зависит самочувствие животных, улучшения обмена веществ организма, потребление кормов и как следствие

увеличение надоев. Улучшить микроклимат коровника позволит установка светоаэратора «SolarWay» [4].



Рисунок 1. Светоаэрационный конек



Рисунок 2. Место установки электропривода для регулировки вентиляционного зазора

Светоаэратор состоит из световой и вентиляционной шахты по типу коаксиальной трубы (труба в трубе), таким образом, обеспечивается равномерное поступление свежего воздуха в коровник и достигается уровень освещения помещения не ниже 170 люкс. При этом происходит экономия электроэнергии за счет естественного освещения и отсутствия электрических вентиляторов, в отличие от традиционной системы (световой конек). Светоаэратор способен создать хорошую вентиляцию даже в переходный период года, когда

температура на улице и в коровнике одинакова, а значит имеется отсутствие тяги и воздухообмена [4].

Светоаэраторы равномерно устанавливаются на крыше здания, обеспечивая надлежащую освещенность помещения. При установке светоаэратора конструкция крыши не теряет своей жесткости. Каркасом светоаэрационного устройства является бесшовный сэндвич короб, в который встроена коаксиальная труба из наружной оцинкованной стали и внутреннего зеркального алюминия. Сверху конструкция закрывается светопрозрачным антивандальным куполом. Сбоку светоаэратора размещаются инерционные вентиляционные решетки. Система является полностью герметична. На внутренних и наружных поверхностях не выпадает конденсат [4].



Рисунок 3. Схема расположения светоаэратора на коровнике

Предварительные расчеты показали, что внедрение такой системы при помощи светоаэратора позволит уменьшить затраты на вентиляцию до 5%.

ИСТОЧНИКИ

1. **Ерошенко, Г.П.** Электроемкость продукции промышленного птицеводства / Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев, И.В. Шестаков, В.И. Лошкарев // Аграрный научный журнал, №2, 2016.
2. **Ерошенко, Г.П.** Рациональные варианты теплоснабжения животноводческих помещений/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев// Научное обозрение, 2017, №3, С. 38-46
3. СПБКАРКАС. [Электронный ресурс]. Справочно-информационный интернет-портал - Режим доступа http://spbkarkas.ru/stroitelstvo_selskohozyajstvennyh_ferm/konek/ – (Дата обращения - 08.04.2018).
4. Solarway. [Электронный ресурс]. Справочно-информационный интернет-портал - Режим доступа http://www.solarway.su/light_space/. – (Дата обращения - 08.04.2018).

И.Ю. Лошкарев, И.В. Шестаков, О.В. Малецкий, В.И. Лошкарев, Д.С. Куртмамбетов
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ОСВЕЩЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Ключевые слова: энергосбережение, коровник, световод, светодиодное освещение, естественное освещение.

Аннотация. С целью экономии электрической энергии нами рекомендуется в светлое время суток передавать световой поток в ремонтные цеха, складские помещения, сельскохозяйственные помещения.

Одним из электроемких процессов в производстве продукции является электроосвещение[1, 2].

До принятия федерального закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3] для освещения преимущественно использовались лампы накаливания, сейчас переходят на использование преимущественно светодиодных источников света.. Перед ведущими странами ставится задача и далее снижать затраты энергии на освещение.

Одним из направлений снижения затрат является использование естественного освещения с помощью световодов. Технология солнцеводов (световодов) Solarway обеспечивает активное естественное освещение для закрытых технологических помещений на предприятиях, складах и производств, не имевших ранее доступ к солнцу, а также и помещений с животными. Солнцевод Solarway освещает помещение, не используя при этом электрической энергии и проводов. Солнечный концентратор, устанавливаемый на крышу, улавливает свет со всего небосвода и по зеркальной трубе (шахте) отправляет его в помещение, в котором свет рассеивается на большую площадь с помощью светорассеивателя.

Солнцевод Solarway устанавливается в крышу. Он получает свет со всего небосвода с помощью активного светоулавливающего купола. Зеркальная шахта солнцевода проводит свет сквозь перегородки в любую точку здания, удаленную от крыши или наружной стены. Темные места заливаются солнечным светом солнцевода. Светорассеиватель солнцевода равномерно распределяет солнечный свет по всему помещению, сохраняя его динамику, освещение при этом носит равномерный характер[4].

Полый трубчатый световод- это устройство, обеспечивающее доставку естественного света в глубинные зоны зданий, куда естественный свет не может попасть другим способом.

Световод состоит из трех основных составляющих приемника, светопроводящего канала, передающего свет за счет многократных отражений и

светорассеивателя, обеспечивающего равномерное распределение передаваемого света в помещении.

Данная конструкция световода подходит для применения ремонтных цехов, складских помещений, сельскохозяйственных помещений и там, где необходимо осветить большие пространства.

распределяет его на большую площадь.

Таблица 1. Технические характеристики световода

Наименование характеристики	Значение
Коэффициент светопропускания купола	0,92
Коэффициент светопропускания рассеивателя	0,93
Спектральная Отражающая способность зеркальной поверхности тубуса	99,8%
Освещаемая площадь	до 100 м ²
Площадь поперечного сечения светопроводящего канала	0,38 м ²

Основные элементы:

1) купол – максимально собирает солнечный и дневной свет и перенаправляет его в устье солнечного концентратора;

2) термобарьер – обеспечивает эффективную борьбу с теплотерями и является полноценным участником цветопередачи;

3) фартук - выполняет задачу разгрузки веса световода, защищает наружный узел от проникновения влаги, снега и иного атмосферного воздействия;

4) тубус – обеспечивает на 99,8 % зеркального отражения для максимальной передачи солнечного и естественного света, осуществляет чистейшую цветопередачу, транспортирует солнечный свет на расстояние от 20 м и далее;

5) корпус рассеивателя – служит для крепления основных узлов к крыше или стене;

6) плафон – разбивает солнечный свет без спектрального искажения и равномерно

Схема установки световодов системы естественного освещения для автоклавного отделения представлена на рисунке 2.



Рисунок 1. Схема полого трубчатого световода
 Таким образом, с целью экономии электрической энергии рекомендуется передавать световой поток в помещения по системе световодов.

Таблица 2. Сводная таблица по затратам на освещение[4]

Затраты	Помещение со световодами	Помещение без световодов
Средние капитальные затраты на освещение 1 кв. м площади помещения (для площадей свыше 100 кв. м)	Облегченные в 2 раза: 500 – 600 руб./кв. м	Тяжелые: 1 200 – 1 300 р./кв. м
Ежемесячные затраты на микроклимат в помещении в пересчете на 1 кв. м площади	Сниженные в несколько раз: 5-10 р./кв. м	Значительные: 20 – 30 р./кв. м
Ежемесячные затраты на освещение помещения в пересчете на 1 кв. м площади	Незначительные и удобные: 10-20 р./кв. м	Непрекращающиеся и тяжелые: 100-120 р./кв. м
Итого:	Менее 50 р./кв. м ежемесячно	Более 150 р./ кв. м ежемесячно

ИСТОЧНИКИ

1. **Ерошенко, Г.П.** Электроёмкость продукции промышленного птицеводства / Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев, И.В. Шестаков, В.И. Лошкарев // Аграрный научный журнал, №2,2016.
2. **Ерошенко, Г.П.** Рациональные варианты теплоснабжения животноводческих помещений/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев// Научное обозрение, 2017, №3, С. 38-46
3. Федеральный закон РФ №261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. (ред.от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / Справочная правовая система «Консультант плюс».
4. Solarway. [Электронный ресурс]/. Справочно-информационный интернет-портал - Режим доступа http://www.solarway.su/light_space/. – (Дата обращения - 08.04.2018).

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ В ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Ключевые слова: теплица, энергосбережение, комбинированный обогрев.

Аннотация. Исследуются современные методы энергосбережения в тепличных комплексах. Предлагается создать комбинированную систему отопления теплицы, которая позволит снизить затраты на выращивание овощей в закрытом грунте.

Надежный и экономичный обогрев теплиц, снабжающих город свежими овощами, был всегда актуален, а с эпохой санкций и введения различных ограничений для нашей страны, стал необходимым. Нет сомнения, что растения, выращенные в теплице с обогревом, будут лучше расти, начнут быстрее созревать овощи, намного продлится сезон сбора урожая.

Для обогрева теплиц используются системы кабельного нагрева грунта, радиационные обогреватели, широко используются метод «водяного» и «воздушного отопления». В воздушных системах отопления используют различные воздушонагреватели или теплогенераторы, осуществляющие нагрев воздуха сооружения. В качестве первичного вида энергии в таких устройствах используют разные виды энергии: – тепловую (в виде пара или горячей воды); – химическую (преобразуемую в тепловую при сгорании жидкого или газообразного топлива); – электрическую энергию [1].

Опыт использования таких систем показал их низкую экономическую рентабельность, так как в случае с «водяным» отоплением требуются большие капитальные затраты, которые из-за эксплуатации во влажной атмосфере имеют ограниченный срок службы, а из-за высокой инерционности параметры микроклимата создаются со значительной задержкой, что приводит к перерасходу тепловой энергии. В случае с «воздушным» отоплением возникают проблемы при смене генерирующего теплоту источника, сложно осуществить необходимую циркуляцию воздушного потока и возникают дополнительные тепловые потери, так как любое вынужденное движение увеличивает коэффициент теплоотдачи. Для подогрева применяют твердотопливные генераторы длительного горения. Неплохой альтернативный вариант, особенностью которого является значительная экономия и возможность использования разнообразных энергоносителей. Возможно отопление теплиц

дровами, углем, газом и так далее. Твердотопливные теплогенераторы и печи длительного горения, предназначенные для систем воздушного отопления, не могут обеспечить стабильного температурного баланса, при этом, не смотря на внушительные размеры, имеют низкий коэффициент теплопроизводительности [1].

Современные требования к производству-применение современных методов и создание новых. В зарубежных тепличных хозяйствах применяются технологии для обогрева теплиц без использования невозобновимых источников энергии. Используются подземная система аквиферов (подземные ресиверы, которые используются для накопления соответственно холодной или теплой воды)[2].

Для теплицы сделаны скважины, пробуренные на глубину 190 м. Холодный и теплый «источники» находятся на расстоянии 300 м друг от друга. В закрытой теплице площадью 2,6 га висят на «гармошках» 147 пленочных воздуховода, по одному в каждом проходе. Они подсоединены к воздухообменникам, расположенным над центральной дорожкой. В обычное время воздуховоды расположены между рядами растений, а для проведения работ «гармошки» поднимают их над проходами. По расчетам ученых из университета в Вагенингене (Голландия) годовое потребление энергии в закрытой теплице эквивалентно 43 м³ природного газа/м² [2].

Тепловой насос нагревает воду из теплового аквифера (всего 12) до 40°C. Для обеспечения расчетной температуры 25°C используется котел на биодизеле. Зимой буфер емкостью 5000 м³ используется для низкотемпературной теплой воды, а малый буфер (1000 м³) для высокотемпературной. Летом их используют наоборот. За счет избыточного тепла из закрытой части теплицы возможно отапливать обычные грунтовые теплицы [2,3].



Рисунок 1. Система воздуховодов, связанная с аквиферами

Из приведенных данных видно, что необходимо вести дальнейшие работы по созданию комбинированных энергосберегающих систем для обогрева теплиц.

ИСТОЧНИКИ

1. Шелехов, И.Ю. Оценка эффективности использования различных методов обогрева теплиц [Электронный ресурс] / И.Ю. Шелехов, А.Ю. Седельникова Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость № 1 (4) 2013 <https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-effektivnosti-ispolzovaniya-razlichnyh-metodov-obogreva-teplits>– (Дата обращения - 01.04.2018).

2. Bonekamp, G. The organic economy heats greenhouses without CO2 emissions [Электронный ресурс] / G.Bonekamp Magazine "Groenten & Fruit Actueel" 6/2011 – Режим доступа: <http://www.greenhouses.ru/teplisy-otaplivaemye-bez-vybrossov-co2>. – (Дата обращения - 01.04.2018).

3. Ерошенко, Г.П. Специальные требования к электронагревательным установкам для систем микроклимата/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв, О.В. Логачева, Д.В. Ульянов, Н.В. Шевчук//Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции/Под общ. ред. Трушкина В.А.- Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 86-89.

УДК 662.99, УДК 621.577

И.Ю. Лошкарёв, Д.В. Одрузов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛООВОГО НАСОСА КАК МЕТОД ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Ключевые слова: птицеводство, тепловой насос, энергозатраты, теплообменник, энергосбережение.

Аннотация. В статье рассмотрен метод применения возобновляемых источников энергии для энергообеспечения животноводческих помещений на основе теплового насоса.

Технология современного птицеводства обеспечивает интенсивное производство яиц и мяса птицы. Эта отрасль имеет наиболее механизированные и автоматизированные процессы производства, от вывода молодняка, поения,

кормления, уборки помещения, сбора, очистки и сортировки яиц, обработки тушек и т.д. Все эти процессы являются очень энергозатратными. Дело в том, что тариф на электроэнергию ежегодно возрастает на 5-9%. По прогнозам экспертов, в

среднесрочной перспективе тариф может достигнуть 15-18 руб./кВт.ч., что резко увеличивает долю стоимости электроэнергии в себестоимости продукции. Суммарные энергозатраты составляют от 6,8 до 31,3 кВт*ч/(гол.*год) [1, 2, 3].

Снижение энергозатрат за счет использования возобновляемых источников энергии является одним из перспективных способов производства продукции. Одним из таких способов является использование тепловых насосов в энергообеспечении объектов агропромышленного комплекса.

Тепловые насосы могут сыграть также и положительную роль в использовании возобновляемых источников энергии и низкопотенциальных выбросов теплоты предприятиями и улучшении экологической ситуации в регионе.

Работа теплового насоса оценивается с помощью удельной отопительной мощности, т. е. показателя мощности, который является производным от отопительной мощности и приводной мощности компрессора.

Температура почвы в зависимости от ее глубины и качества с запаздыванием и со сниженной амплитудой следует за температурой атмосферного воздуха. В почве средней влажности на глубине 1,5—2 м при отсутствии теплопотерь она составляет 5—15°C. Тепло почвы можно использовать с помощью уложенного в землю змеевика. В зависимости от его укладки при постоянной эксплуатации можно получать 40—50 Вт/м² тепла. Это соответствует удельной производительности примерно 6—12 Вт на 1 м змеевика, что, например, для бройлерной птицефермы площадью 1000 м² и с хорошей теплоизоляцией ($2/04 = 1\text{кВт/К}$) соответствует примерно 3500 м² коллекторной площади. Укладка такого количества труб — дорогостоящее мероприятие и на многих животноводческих фермах не может быть осуществлено. Менее дорогостоящий метод использования тепловой энергии почвы - использование змеевика, уложенного в землю в качестве испарителя.

С помощью теплового насоса можно повысить температуру низкотемпературного источника тепла.

Тепловые насосы используют тепло, накопленное в земле, грунтовой воде, а также в водоемах. Тепловые насосы позволяют получать тепло с высокой энергоэффективностью, даже если наружная температура отрицательная.

Основные преимущества и недостатки тепловых насосов:

- преимущества: экономичность, отсутствие потребности в топливе, отсутствие вредных выбросов в атмосферу, не требует специальной вентиляции помещения, не требует эксплуатационных затрат, кроме стоимости электроэнергии, необходимой для работы оборудования, возможность переключения с режима отопления зимой на режим кондиционирования

летом, теплонаносная установка компактна, практически бесшумна, высокий КПД, долговечность, возможность комбинирования системы отопления тепловым насосом с существующей системой централизованного теплоснабжения;

- недостатки: высокая стоимость, меньшая эффективность при большой разнице температуры внутри и снаружи помещения, тарифы на электроэнергию.

На основании полученных результатов, для отопления птичника выбираем нетрадиционный вид источника энергии – тепловой насос. Так как в тепловых насосах для удовлетворения энергетических потребностей необходим любой низкотемпературный тепловой источник. В животноводческих помещениях такими источниками могут быть: уходящий из помещения воздух, атмосферный воздух, грунтовые поверхностные воды, почва, солнечное излучение, технологические отходы тепла. Также тепловой насос соответствует вопросам технических и экономических возможностей.

Производим выбор теплового насоса компрессионного типа. При проектировании систем отопления будем рассматривать крупнопанельную отопительную систему, какой является подпольное отопление. Данная система выгодна тем, что для отопления достаточна температура теплоносителя 35 °С.

Выбираем тепловой насос Vitocal компании Viessmann, производства Германии, который позволяет использовать энергию земной поверхности с горизонтальным коллектором. Тепловой насос использует в своей работе встроенный компрессор. Наряду со своей надежностью, он обладает бесшумностью работы, плавное регулирование производительности без потерь. Для дополнительного уменьшения вибрации используются двойные амортизаторы. Для периода использования максимальной мощности отопления (период минимальных температур) используется электронагревательная вставка. Подключение теплового насоса к системе отопления производится гибким напорным шлангом, чтобы предотвратить передачу собственного шума и колебаний в отопительный контур. Двухступенчатое исполнение теплового насоса позволяет достигать максимальной тепловой мощности, а также возможен режим частичной нагрузки. Два независимых контура компрессора теплового насоса автоматически поддерживают теплопроизводительность.

Для отбора тепла из земли необходимо установить теплообменник, не поддающийся коррозии и поместить его ниже точки промерзания грунта. Незамерзающая смесь, которая циркулирует в теплообменнике, под действием циркуляционного насоса попадает в испаритель.

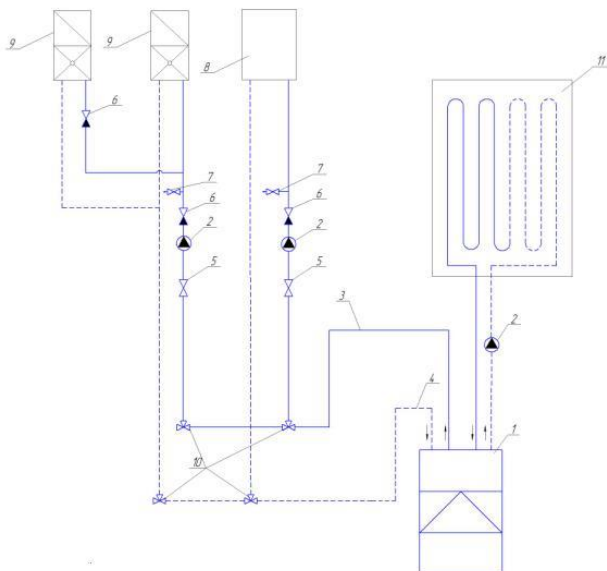


Рисунок 1. Система теплоснабжения на основе теплового насоса: 1- тепловой насос, 2 – циркуляционный насос; 3 – подающий трубопровод; 5 – обратный трубопровод; 6 – вентиль запорный проходной; 6 – клапан обратный проходной; 7 – спускной кран; 8 – накопитель горячего водоснабжения; 9 – воздушной отопление; 10 – трехходовой кран; 11 – коллектор системы отопления.

Необходимо отметить, что проблема энергосбережения тесно переплетается с проблемами энергетики, экономики, экологии. Можно с уверенностью прогнозировать увеличение спроса на установки и устройства, которые используют

УДК 662.99: 621.577

И.Ю. Лошкарев, Д.В. Одрузов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Саратов, Россия

ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Ключевые слова: тепловой насос, энергозатраты, энергосбережение.

Аннотация. В статье рассмотрена классификация тепловых насосов по различным параметрам и выбор типа теплового насоса для животноводческого помещения.

Разумное снижение энергозатрат зависит от многих факторов: это улучшение тепловых характеристик помещения, это рациональный выбор электрооборудования, внедрение возобновляемых источников энергии, расширение автоматизации. Применение тепловых насосов в энергообеспечении помещений животноводства является перспективным направлением уменьшения затрат электроэнергии [1-3].

Для обеспечения функционирования теплового насоса основное значение имеет хладагент, в дальнейшем именуемый рабочей средой. Он имеет свойство испаряться при очень низких температурах. При подаче наружного воздуха или воды на теплообменник (10), испаритель(1) циркулирующая в

нетрадиционные источники энергии. Энергетические установки на базе нетрадиционных источников — это не только путь к экономии органического топлива, электроэнергии, но и возможность обеспечения энергией в районах, отдаленных от источников централизованного энергоснабжения [5]. Экологически чистые возобновляемые источники энергии способствуют уменьшению загрязнения окружающей среды.

ИСТОЧНИКИ

1. **Ерошенко, Г.П.**, Электроёмкость продукции промышленного птицеводства/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев И.Ю., И.В. Шестаков, В.И. Лошкарев // Аграрный научный журнал, №2,2016. С. 48-50
2. **Ерошенко, Г.П.** Специальные требования к электронагревательным установкам для систем микроклимата/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев, О.В. Логачева, Д.В. Ульянов, Н.В. Шевчук//Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции/Под общ. ред. Трушкина В.А.- Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 86-89.
3. **Ерошенко, Г.П.** Рациональные варианты теплоснабжения животноводческих помещений/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарев// Научное обозрение, 2017, №3, С. 38-46
4. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс]/Справочно-информационный интернет-портал - Режим доступа http://alternatesource.ru/files/geo_index.html– (Дата обращения - 01.04.2018).
5. **Пахомов, В.И.** [База данных для компьютерной модели системы автономного энерготеплоснабжения сельскохозяйственного производства](#) / В.И. Пахомов, С.И. Камбулов, Н.В. Шевченко, В.П. Богданович, Е.Б. Дёмина, В.В. Колесник // [Вестник аграрной науки Дона](#), №2, 2016. С. 5-15.

среда отдает полученное ранее тепло (6) в циркуляционный контур системы водяного отопления, где происходит ее переход в жидкое состояние (8). Затем с помощью расширительного клапана (9) производится снижение остаточного давления, и цикл начинается заново.

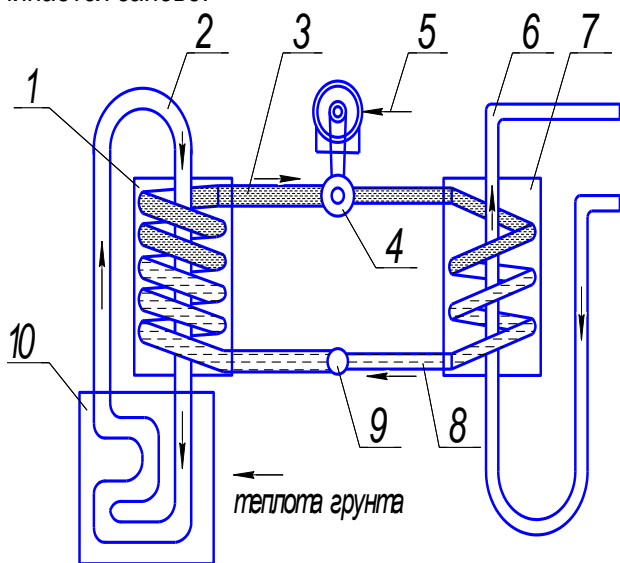


Рисунок 1. Принципиальная схема работы теплового насоса

В зависимости от принципа действия тепловые насосы различают: компрессионные, абсорбционные, газовые, струйные. Тепловые насосы используют парообразную рабочую среду. Составлена классификация тепловых насосов, представленная на рисунке 2.

В рабочем цикле теплового насоса компрессорного типа приводная энергия — механическая. Механическую энергию дает используемый для сжатия рабочей среды компрессор. В нем осуществляется парокомпрессионный теплонасосный цикл. В этой схеме применяется регулирующий вентиль, рабочее тело претерпевает следующие изменения состояния: сжатие сухого насыщенного пара, отвод теплоты перегретого пара, конденсация хладагента, с отводом полезного тепла, расширение хладагента, испарение хладагента при поглощении теплоты от первого источника.

Абсорбционный тепловой насос отличается от компрессорного тем, что вместо механической энергии для привода используется тепловая, т. е. вместо механического термический компрессор, и в рабочем цикле участвует пара рабочих сред, состоящая из хладагителя и абсорбента. В такой

идеальной паре сред во время смешивания хладагителя и абсорбента не образуется теплота таянья: $q_i = q_A = q_K = q_0$.

Это значит, что показатель мощности постоянен. Если в реальном процессе эти условия и не выполняются, то все же можно утверждать, что показатель мощности абсорбционного теплового насоса по сравнению с мощностью компрессорного, работающего в идентичных температурных пределах, всегда ниже.

На рисунке 4 представлена принципиальная схема абсорбционного теплового насоса. В этом насосе используется термический компрессор, а к генератору подводится тепловая энергия. Источником энергии служит отработанная теплота или энергия окружающей среды.

Для теплонасосных циклов с тепловым приводом целесообразно в качестве идеального процесса использовать комбинацию циклов, состоящую из цикла Карно для тепловых машин и теплонасосного цикла Карно, по Томсону.

В газовых тепловых насосах (рис.5) коэффициент преобразования ниже, чем у паровых. Газовый тепловой насос работает от двигателя внутреннего сгорания, с комбинированной выработкой холода и теплоты. Сначала воздух, поступивший из окружающей среды, расширяется, затем следует его нагревание в теплообменнике, сжатие воздуха при дальнейшем нагреве, отвод полезной теплоты, дальнейшее охлаждение воздуха, выброс в окружающую среду.

Струйный тепловой насос (рис. 6) — тепловой насос с тепловым приводом, вместо механического компрессора применяется струйный. Струйный компрессор получает приводную энергию в виде удельной энтальпии рабочего пара из парообразователя, куда подается внешняя теплота. В струйном компрессоре энергия, содержащаяся в рабочем паре, преобразуется с энергии струи, а пар хладагента отсасывается из испарителя, смешивается с рабочим паром и в сжимается до давления конденсатора. Вследствие того, что в рабочем теле в струйных насосах пар, они имеют низкий КПД.

Для отопления выбираем тепловой насос компрессионного типа. Во-первых, насосы этого типа имеют широкое применение, а значит имеют разнообразие конструктивных моделей, во-вторых, высокий коэффициент полезного действия.

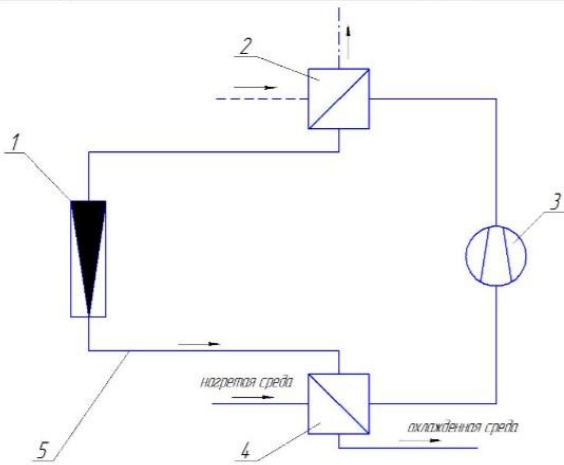
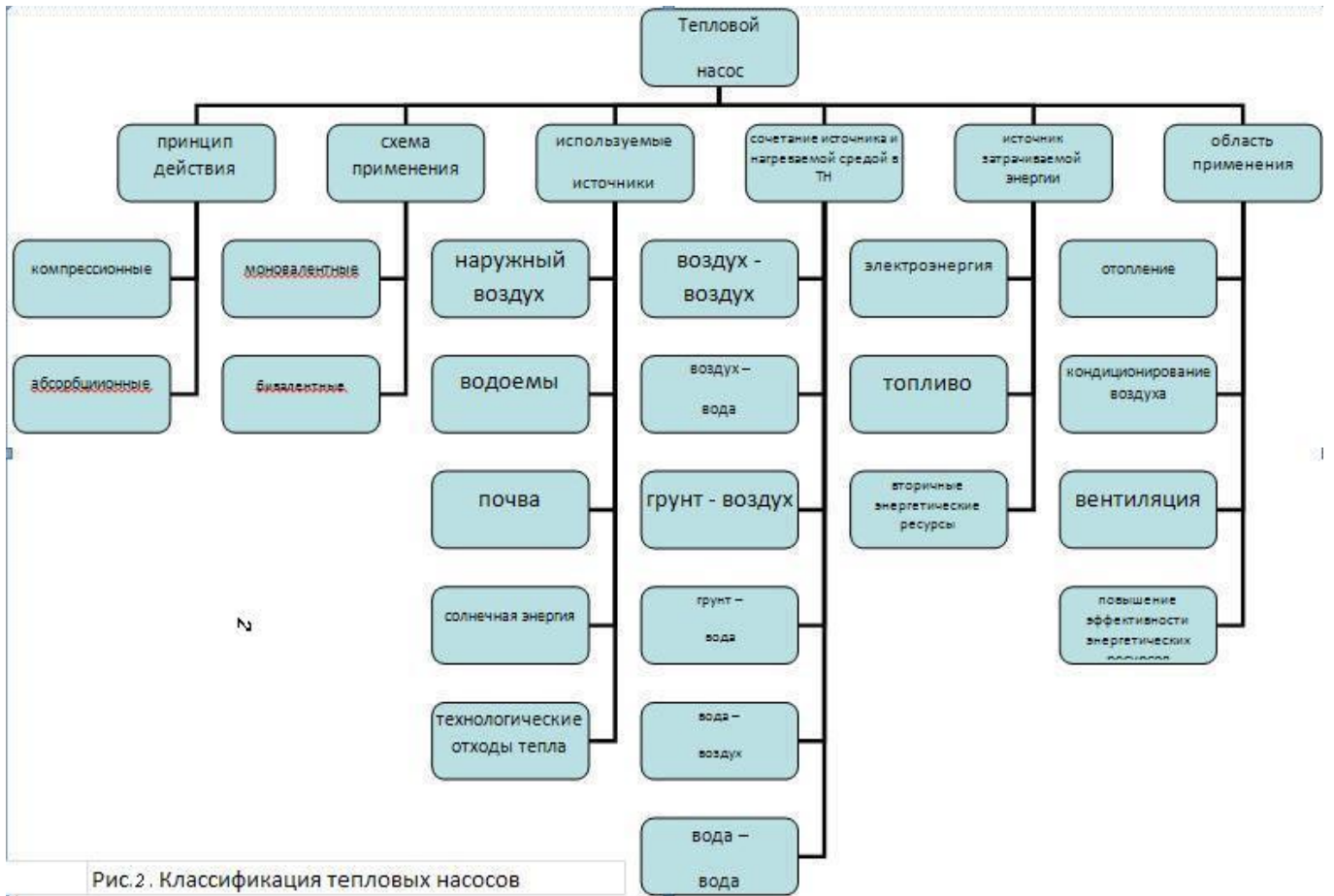


Рисунок 3. Компрессионный тепловой насос: 1 - регулирующий клапан; 2 - испаритель; 3 - компрессор; 4 - конденсатор; 5 - внутренний контур теплового насоса

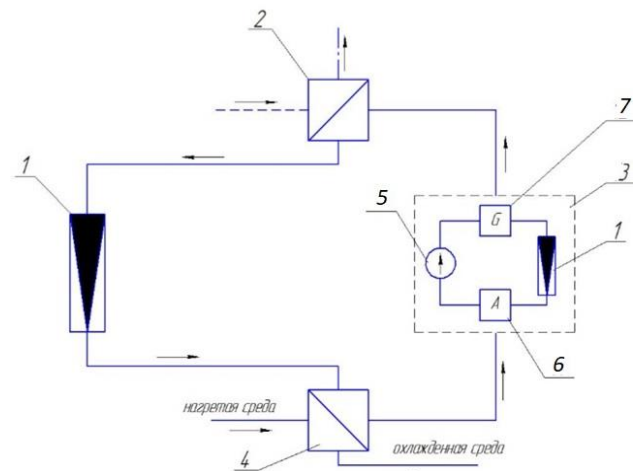


Рисунок 4. Абсорбционный тепловой насос: 1 - регулирующий клапан; 2 - испаритель; 3 - абсорбционный компрессор; 4 - конденсатор; 5 - насос; 6 - абсорбер; 7 - генератор

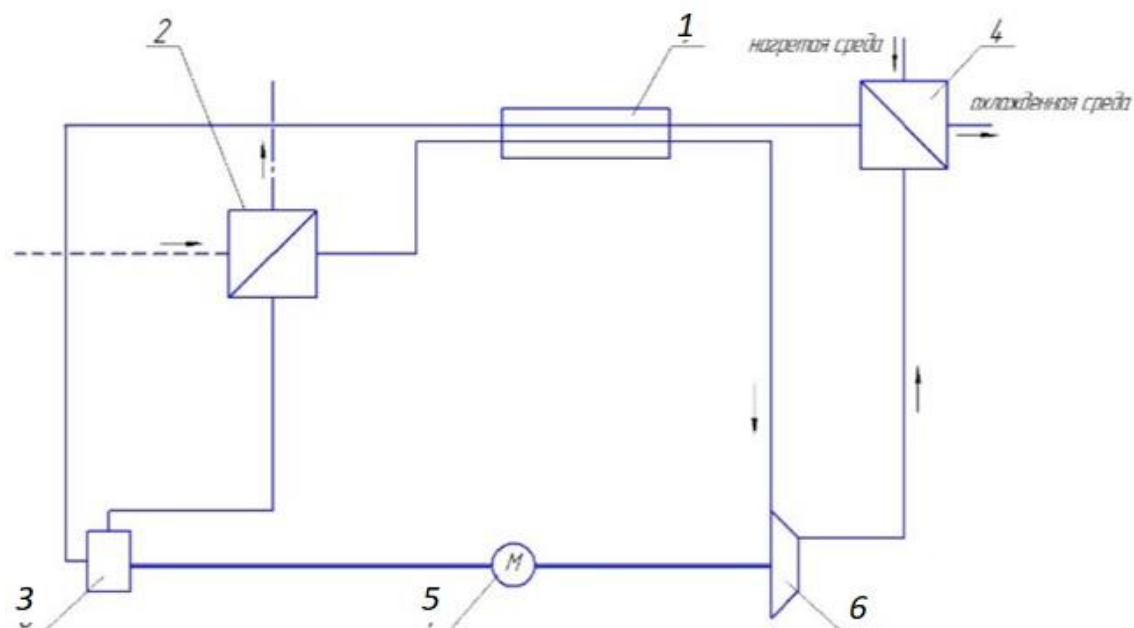


Рисунок 5. Газовый тепловой насос: 1 – внутренний теплообменник; 2- испаритель; 3 – детандер; 4 – конденсатор; 5 – электродвигатель; 6 - турбина

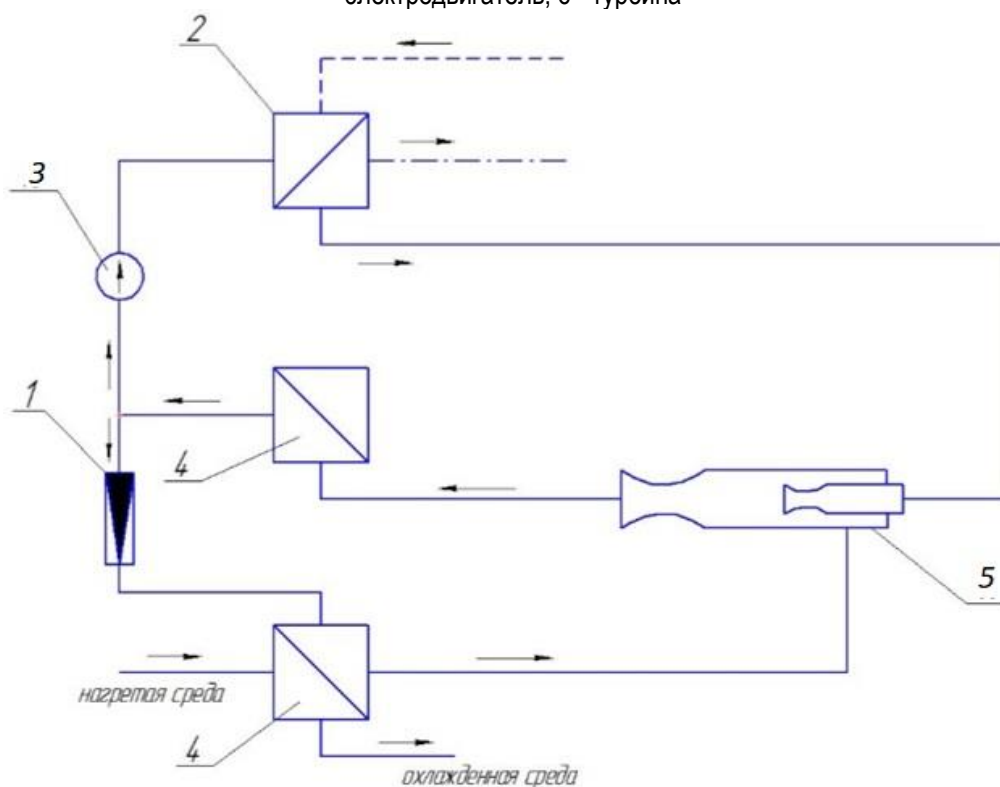


Рисунок 6. Струйный тепловой насос: 1 – регулирующий клапан; 2-насос; 3- насос; 4 –конденсатор; 5-струйный компрессор

ИСТОЧНИКИ

1. **Ерошенко, Г.П.** Электроёмкость продукции промышленного птицеводства/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв И.Ю., И.В. Шестаков, В.И. Лошкарёв // Аграрный научный журнал, №2,2016. С. 48-50
2. **Ерошенко, Г.П.** Специальные требования к электронагревательным установкам для систем микроклимата/

- Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв, О.В. Логачева, Д.В. Ульянов, Н.В. Шевчук//Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции/Под общ. ред. Трушкина В.А.- Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 86-89.
3. **Ерошенко, Г.П.** Рациональные варианты теплоснабжения животноводческих помещений/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв// Научное обозрение, 2017, №3, С. 38-46

ВЫБОР РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассматривается актуальность выбора дизельной электростанции для животноводческих комплексов. Приведена структурная схема блока автоматического запуска дизельной электростанции.

Ключевые слова: автоматический запуск, дизельная электростанция.

Актуальность задачи обеспечения надежного электроснабжения особенно высока для сельскохозяйственных предприятий промышленного типа, в первую очередь, животноводческих комплексов. При нарушении электроснабжения на таких предприятиях возможны остановка систем обеспечения микроклимата, санитарной очистки и навозоудаления, водоснабжения, поения скота, хранения и переработки продукции и кормов, что грозит большими убытками от порчи сельскохозяйственной продукции, возможных заболеваний и гибели животных.

Недоотпуск электроэнергии из-за отказов и плановых отключений при последовательном соединении элементов системы электроснабжения:

$$W_{\text{нед}} = \sum S \cos \varphi (\sum_{i=1}^n w_i \tau_i + \gamma \sum_{i=1}^n \mu_i t_{\text{ин}}),$$

где w_i – частота аварийных отключений элементов схемы (для линий – (км·год)⁻¹, для трансформаторов – год⁻¹); τ_i – продолжительность одного отказа, ч; γ – коэффициент, учитывающий меньшую тяжесть плановых отключений (обычно $\gamma=0,33$); μ_i – время перерыва электроснабжения за год из-за плановых отключений, ч.

Недоотпуск электроэнергии из-за отказов и плановых отключений при параллельном соединении части элементов системы электроснабжения:

$$W_{\text{нед}} = \sum S_k \cos \varphi \{ [\sum_{i=1}^n (w_{m1} w_{m2}) \tau_i + \gamma \sum_{i=1}^n (\mu_{m1} \mu_{m2}) t_{\text{ин}}] + (\sum_{i=1}^n w_i \tau_i + \gamma \sum_{i=1}^n \mu_i t_{\text{ин}}) \},$$

где w_{m1} , w_{m2} – частота аварийных отключений элементов схемы.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок все электроприемники по степени надежности электроснабжения подразделяются на три категории: I категория, II категория, III категория.

Электроприемники I категории рекомендовано обеспечивать электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания. Перерыв в электроснабжении этих электроприемников допустим только на время автоматического восстановления питания [1].

К потребителям I категории отнесены животноводческие комплексы и фермы по производству молока на 400 коров и более; по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота на 5 тысяч голов и более в год; по выращиванию нетелей на 3 тысячи скотомест и более; площадки по

откорму крупного рогатого скота на 5 тысяч голов и более в год; комплексы по выращиванию и откорму 12 тысяч свиней и более в год; птицефабрики по производству яиц с содержанием 100 тысяч кур-несушек и более; мясного направления по выращиванию 1 миллионов бройлеров и более в год; хозяйства по выращиванию племенного стада кур на 25 тысяч голов и более, а также гусей, уток и индеек на 10 тысяч голов и более [1].

Потребители электроэнергии, отнесенные к I категории по надежности электроснабжения должны обеспечиваться питанием от двух независимых источников. При этом можно использовать как сетевое, так и местное резервирование. В последнем случае в качестве резервного источника для сельскохозяйственных объектов наиболее часто применяют дизельные электростанции (ДЭС).

Промышленностью выпускается различные виды передвижных и стационарных ДЭС.

В состав оборудования ДЭС входят дизель-генератор, системы охлаждения дизеля с насосами, баками и трубопроводами; системы питания топливом дизеля с топливными баками, насосами и трубопроводами; смазочные системы дизеля с масляными баками, масляными радиаторами, насосами и маслопроводами; системы пуска дизеля с электрическим стартером, аккумуляторной батареей и зарядным генератором или воздушными баллонами, компрессором, пусковыми клапанами и трубопроводами; системы подогрева дизеля с подогревателями, лампами и змеевиками для подогрева, отопительно-вентиляционными установками; щиты управления, защиты и сигнализации, распределения электроэнергии от станции к потребителю, аккумуляторная батарея с выпрямителями для ее подзарядки, которая служит для пуска дизеля и питания постоянным током схем управления, сигнализации и цепей возбуждения [2-4].

Одним из важных элементов является блок автоматического запуска электростанции. Блок автоматического запуска получает питание от аккумуляторной батареи и контролирует напряжение на зажимах синхронного генератора и в линии, приходящей от ТП 10/0,4 кВ. При снижении напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ ниже 340 вольт блок автоматического запуска осуществляет с минутной выдержкой времени запуск дизельного агрегата, а затем переключение резервируемой сети с питания от трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ на питание от резервной дизельной электростанции.

При появлении напряжения в линии от ТП 10/0,4 выше 360 вольт блок автоматического запуска переключает резервируемую сеть с питания от ДЭС на питание от основной сети. Выдержка времени необходима для устранения ложных срабатываний при кратковременных провалах напряжения.

Структурно принципиальная схема блока автоматического запуска состоит из блока питания, блока контроля напряжения, цифрового блока выдержки времени, блока управления стартером ДЭС и блока переключения линий.

Блок питания предназначен для получения напряжения положительной полярности для питания микросхем цифрового блока выдержки времени.

Блок контроля напряжения предназначен для запуска выдержки времени на переключение резервируемой линии с питания от сети на питание от ДЭС.

Работа блока контроля напряжения построена таким образом: при снижении напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ (ДЭС не работает) отключение питания обмотки реле происходит при достижении 340 вольт, а при повышении напряжения в этой же линии после обесточивания (ДЭС при этом работает) включение питания обмотки реле происходит только при достижении 360 вольт.

Блок переключения линий предназначен для переключения резервируемой линии с питания от сети на питание от ДЭС и наоборот в зависимости от наличия или отсутствия напряжения в линии от ТП 10/0,4 кВ и на зажимах синхронного генератора ДЭС.

Блок управления стартером ДЭС предназначен для включения стартера для запуска дизельного агрегата ДЭС и выключения стартера после запуска агрегата.

Резервные электростанции в соответствии с их назначением работают только при перерывах в электроснабжении от основных источников питания. Длительность перерывов в электроснабжении при питании потребителей от сельских электрических сетей даже при неблагоприятных условиях не превышает обычно 150-200 часов в год. Фактически резервные электростанции могут работать еще меньшее время из-за несовпадения перерывов в электроснабжении и технологических процессов сельскохозяйственного производства, так как это влияет на режим и график работы станций. Поэтому с точки зрения продолжительности работы резервных электростанций можно отметить определенное



Рисунок 1. Структурная схема блока автоматического запуска дизельной электростанции

недоиспользование оборудования. Для уменьшения этого недостатка и повышения эффективности использования станций на аварийный период вводят принудительный график электропотребления путем отключения неответственных потребителей. В простейшем варианте мощность резервной электростанции можно выбирать исходя только из нагрузки I категории (на сельскохозяйственных объектах, отнесенных к I категории по надежности электроснабжения, при этом только одну часть приемников электроэнергии относят к I категории, а другую – к нагрузке II категории и III категории). Целесообразно сдвигать по времени технологические процессы, чтобы обеспечить большую продолжительность работы резервной электростанции в ряде случаев при ее меньшей мощности [5].

ИСТОЧНИКИ

1. Правила устройства электроустановок/ Министерство энергетики Российской Федерации. – 7-ое издание. - С-Пб: Деан, 2004.
2. Резервные источники электроснабжения АПК: обзорная информ. / Н.Ф. Молоснов, Ю.М. Антонов. – М.: Информагротех, 2010. – 40 с.
3. Ембаева, Н.Б. Автономная система электроснабжения с помощью солнечных панелей для электрического освещения территории университета/ Н.Б. Ембаева, Р.Р. Файзуллин, А.В. Садырин, Е.Т. Ембаев, И.Ю. Лошкарев, В.И. Лошкарев // Актуальные проблемы энергетики АПК материалы VII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2016. С. 57-62.
4. Ембаева, Н.Б. Управление потоками энергии разной мощности в автономной системе электроснабжения ветро-дизельной установки/ Н.Б. Ембаева, Р.Р. Файзуллин, А.В. Садырин, Е.Т. Ембаев, И.Ю. Лошкарев, В.И. Лошкарев // Актуальные проблемы энергетики АПК материалы VII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2016. С. 52-56. .
5. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]. Справочно-информационный интернет-портал - Режим доступа <http://www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/gl10.htm>. – (Дата обращения - 01.04.2018).

УДК 631.544.4.1: 631.234:628.8/9

И.Ю. Лошкарев, В.М. Наход, А.Я. Аберясьев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Ключевые слова: теплицы, микроклимат, приусадебное хозяйство, электрооборудование.

Аннотация. В статье рассмотрены методы выращивания и способы обработки растений в фермерских теплицах. Определены оптимальные параметры микроклимата в теплице при выращивании огурцов для зоны Поволжья и примерного распределения потребления в сутки электроэнергии установками.

В настоящее время выращивание овощей в зоне Поволжья в закрытом грунте предпочтительнее из-за экологических проблем (выбросы в атмосферу, «кислотные дожди») и неустойчивых температурных и влажностных условий (повышенная солнечная радиация, пониженная температура в ночное время), чем на открытом грунте. Наряду с промышленными тепличными хозяйствами существует необходимость и в малых, фермерских, приусадебных теплицах [1-3, 5].

Для роста и нормального развития культур необходимо благоприятное сочетание питательных элементов, теплового и светового режимов, влажности почвы и воздуха.

Необходимые способы обработки растений в малых теплицах:

- обработка почвы;
- посев семян;
- уход за растениями;
- уборка овощей;
- послеуборочная обработка овощей.

Для обработки почвы используется обогрев и увлажнение. Необходимо также создание оптимальной температуры и влажности воздуха. В защищенном грунте в период выращивания тепличных культур требуется и дополнительное облучение.

Одной из возделываемых культур являются огурцы. Огурцы относятся к теплолюбивым растениям. Оптимальные параметры микроклимата в теплице при выращивании огурцов для зоны Поволжья (табл. 1) [1, 4, 5].

Таблица 1.- Оптимальные параметры микроклимата в теплице при выращивании огурцов для зоны Поволжья

Показатели микроклимата	Выращивание рассады			Период после посадки	
	При прорастании семян	Первые 3..5 суток после всходов	Последующий период выращивания	До плодоношения	Во время плодоношения
Температура, °С, воздуха:					
днем в солнечную погоду	25	18	22...24	24...26	27...30
днем в пасмурную погоду	25	18	20...22	22...24	24...25
ночью	25...30	18	18...19	18...19	20...21
Температура, °С, почвы днем и ночью	-	20	20...22	22...24	24...26
Относительная влажность, %, воздуха днем и ночью	-	-	80...85	80...85	85...95
Влажность, %, почвы:					
днем и ночью	-	-	70	50	80
днем в солнечную погоду	-	-	-	70...80	90
днем в пасмурную погоду	-	-	-	60...70	70

При температуре 15°C рост огурцов прекращается, при 8-9°C растение погибает. Также можно выделить 2 диапазона температур, при котором не формируются завязи 17...19°C и 35...40°C.

Огурцы содержат до 90% воды, при помощи которых происходит передвижение питательных веществ. За счет испарения влаги регулируется температура растения.

Режим полива огурцов в теплицах для зоны Поволжья представлен в таблице 2 [4, 5].

При недостатке естественного света необходимо применять дополнительное досвечивание. С момента появления всходов рекомендуемое суммарное освещение огурцов должно быть 12 часов в сутки. Часы полной темноты составляют 6 часов. Это необходимо для нормального развития физиологических процессов в растении. Между периодами естественного и искусственного освещения не должно быть перерывов. При искусственном досвечивании перепад температуры воздуха не должен быть 6-8 градусов между темными и светлыми периодами. В период вегетативного роста

необходимо обеспечить воздействие синей части спектра (длина волны 400-500 нанометров), а в период цветения и образования завязей – красный (600-700 нанометров).

Таблица 2. -Режим полива огурцов в теплицах для зоны Поволжья

Месяц	Число поливов	Средняя норма полива, л/м ²
Январь	8...10	3...4
Февраль	10...12	4...5
Март	16...18	4...5
Апрель	20...24	5...6
Май	24...28	5...6
Июнь	26...30	5...6
Июль	26...30	5...6
Август	20...24	4...5
Сентябрь	20...24	4...5
Октябрь	16...18	4...5

Величину дополнительных затрат на одно растение при выращивании рассады огурца или томата с дополнительным освещением можно определить по следующей формуле [6]:

$$X = \frac{Q + R + (V + k * P)}{W} - S$$

где Q — величина амортизационных отчислений электрооборудования на 1 м² освещаемой площади; иногда при выращивании рассады эта площадь используется 2—3 раза; R — амортизационные отчисления электроламп, установленных на 1 м² (среднее время горения ламп 5000 часов); V — стоимость 1 квт*ч; k — количество часов досвечивания за весь период; P — суммарная установленная мощность ламп на 1 м² в квт; S — стоимость сэкономленного топлива; W — деловой выход рассады с 1 м² в шт. (огурца 80—100).

Дополнительное освещение взрослых растений ЛЛ или ДРЛ для получения зимой огурцов вполне возможно, хотя экономически пока не всегда выгодно. В этом случае установленную мощность светильников надо значительно повысить, а общую продолжительность досвечивания довести до 70—100 дней в зависимости от культуры. Затрата электроэнергии на 1 кг продукции достигает 150—200 квт*ч [5,6].

Абсолютные затраты электроэнергии на единицу продукции (на 1 шт. рассады или на 1 кг плодов) определяются географической широтой нахождения теплиц, временем года, скороспелостью культуры или сорта и, наконец, применяемой агротехникой (метод гидропоники, например, значительно ускоряет плодоношение)[6].

Необходимо дополнительное освещение в теплице (табл.3).

Таблица 3. -Дополнительное освещение в теплице или в помещении без естественного света

Сейчас выпускается новая серия изделий для освещения в теплице: «Светодиодные светильники тепличных серии УСС БИО» (рис.1). Светильники серии «БИО» предназначены для установки в теплицах. Основная задача данных светильников — обеспечить полноценное прохождение фотосинтеза в растении на стадиях роста и наращивания биомассы. Для искусственной подсветки растений использовались светильники с лампами ДНаТ-400 PHILIPS и светодиодные светильники УСС БИО оборудованные светодиодами с оптимальной длиной

Таблица 4. -Эксплуатационные показатели осветительных установок

Тип лампы и светильника	Потребность удаления светильника при агротехническом уходе	Потери мощности в балластном устройстве	Коэффициент мощности	Условия применения с наибольшим эффектом	Потребное количество ламп на 100 м ² (шт.)
Люминесцентные 30 вт	Есть	20-25	0,55	Рассада	1200
Люминесцентные 80 вт	"	20-25	0,55	"	500
Лампа ДРЛ-500	Не всегда	7	0,60	Универсальна (в движении)	100
Ксеноновая лампа ДКСТВ-6000	Нет	0	1	Универсальна	5
УСС БИО	Нет	0	0,95	Универсальна	5

Таблица 5. Набор оборудования для фермерской теплицы

волны для роста и развития растений.



Рисунок

1. Светильник светодиодный УСС-70 БИО

Технические характеристики УСС БИО: напряжение питания, В 220, 24; диапазон напряжений, В 170-264; частота, Гц 50-60; коэффициент мощности драйвера, cos φ=0,95; потребляемая мощность, Вт 50; марка светодиода NICHIA; количество светодиодов, 36шт.; общий световой поток, Лм 4800; цветовая температура, К 4500-5500; габаритные размеры, мм 420x174x68; масса, не более, кг 4,7; температура эксплуатации, °С от -63 до +45; Вид климатического исполнения УХЛ1; класс защиты от поражения электрическим током 1. Для повышения эффективности роста овощных культур, необходима плодородная почва. Поэтому почву нужно удобрять органическими и минеральными удобрениями, которые содержат основные элементы для питания растений (азот, фосфор, калий). Удобрения вносят перед посадкой и во время вегетации одновременно с поливом.

Необходимо учесть и пространственный фактор размещения теплицы: умеренный уклон к югу, защищенное положение с севера, площадь, не затененная строениями и деревьями.

Показатели	Огурец
Продолжительность досвечивания взрослых растений (дней)	60-70
Число часов досвечивания в сутки	12-14
Электрическая мощность ламп (вт/м ²)	600-700
Освещенность растений (тыс. люксов)	8

Рекомендуемый набор оборудования для фермерской теплицы круглогодичного использования представлен в табл. 5[1, 5].

Показатели	Наименование установки	Мощность, Вт	Напряжение, В
Освещение	ДНаЗ, ДНаТ, LED, светодиодные УСС БИО	400, 1000, 13-17 50	220
Обогрев почвы	ЭНГЛ-1, ЭП11, ЭП21, Optima Heat	500, 1000, 2000	220
Нагрев воздуха	УНТ1	1000	220
Полив	Станция насосная Aquatechnica ECO 40-2 h40 Q2,4 Hs5	370	220

Проведен расчет потребления примерного распределения потребления в сутки

электроэнергии установками теплицы размером 16x3,5x2,5 на рисунке 2.

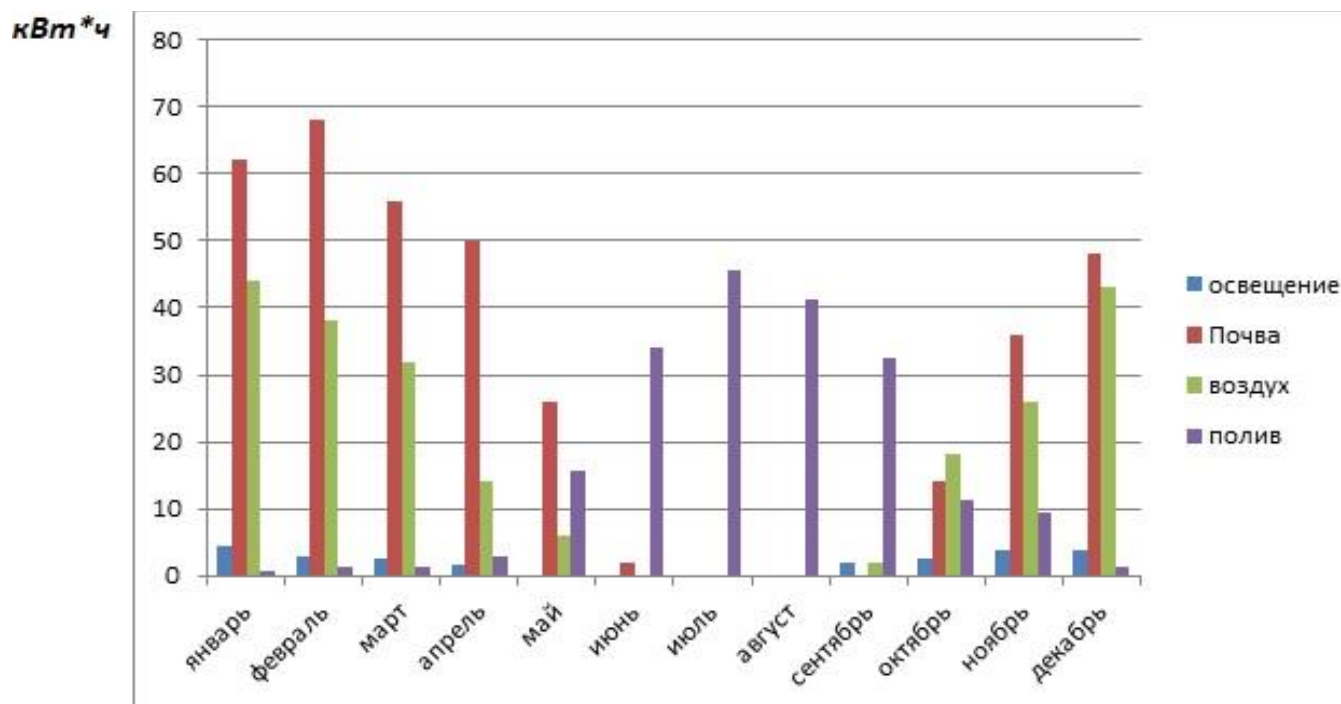


Рисунок 2. Диаграмма примерного распределения потребления в сутки электроэнергии установками приусадебной теплицы из поликарбоната размером 16x3,5x2,5

ИСТОЧНИКИ

1. **Ерошенко, Г.П.** Специальные требования к электронагревательным установкам для систем микроклимата/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв, О.В. Логачева, Д.В. Ульянов, Н.В. Шевчук//Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции/Под общ. ред. Трушкина В.А.- Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 86-89.
2. **Ерошенко, Г.П.** Электроёмкость продукции промышленного птицеводства/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв И.Ю., И.В. Шестаков, В.И. Лошкарёв // Аграрный научный журнал, №2,2016. С. 48-50

3. **Ерошенко, Г.П.** Рациональные варианты теплоснабжения животноводческих помещений/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв// Научное обозрение, 2017, №3, С. 38-46
4. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. НТП 10-95. - М.: НИПИаг-ропром, 1999.-100 с;
5. **Молоснов Н.Ф.** и др. Электричество в личном подсобном хозяйстве: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.-207с.
6. Greentalk [Электронный ресурс]/Справочно-информационный интернет-портал - Режим доступа <http://http://greentalk.ru/topic/2465-svetokultura-rastenij-v-teplitce>. – (Дата обращения - 01.04.2018).

УДК 631.3, УДК 621.313.3

И.Ю. Лошкарёв, О.Ю. Криволапова

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ КОРМОДРОБИЛОК

Ключевые слова: дробилка кормов, загрузка, стабилизация.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы регулирования загрузки корма в дробилку.

Предлагается использовать систему, работающую по двум датчикам, расположенных в конце и начале конвейера, который подаёт зерно в дробилку.

Одним из важных технологических процессов в животноводстве является раздача кормов, на долю которой приходится до 60% общих затрат труда и 40% ресурсов. В современном животноводстве технология

приготовления различных видов кормов для сельскохозяйственных животных и птицы предусматривает их измельчение. Измельченные корма имеют большую удельную поверхность и

поэтому интенсивнее усваиваются животными [1, 2, 4-6].

Операция измельчения является основной при приготовлении комбикормов на комбикормовых заводах. В кормоцехах животноводческих ферм и комплексов измельчению подвергаются стебельчатые сочные и грубые корма, пищевые отходы, корнеклубнеплоды. Измельчаются мясокостные корма на звероводческих фермах.

Высокие энергетические затраты на переработку кормов делают необходимым так организовать технологический процесс, чтобы удельный расход энергии был минимальным при соблюдении показателей качества готовой продукции [3, 4-6].

Удельный расход энергии на измельчение зависит от прочностных характеристик кормов, их физико-механических свойств, степени измельчения, подачи продукта и скорости движения рабочих органов. Для повышения внедрена системы управления загрузкой. Питатели современных энергоемких машин представляют собой устройства объемного типа, которые при постоянной скорости вращения сравнительно неплохо обеспечивают стабилизацию объемной подачи. Массовая подача при этом не может быть постоянной, так как меняется плотность продукта. В связи с этим необходимо регулировать электропривод питателя в функции загрузки машины или электродвигателя.

Автоматическая стабилизация загрузки дробилки позволяет исключить технологические перегрузки при номинальной производительности и «завал» механизма в случае остановки электродвигателя при перерыве в электроснабжении.

Как правило, процессы измельчения имеют большое удельное энергопотребление (большим расходом энергии на единицу массы готовой продукции) [3, 5, 7].

Задача управления может быть сформулирована как задача оптимального регулирования загрузкой, поскольку зависимость $W_{уд}$ от G и ω носит экстремальный характер.

В более простом случае она может быть сведена к задаче стабилизации загрузки ($G=const$), при том, что скорость ω электропривода машины подбирается в зависимости от показателя μ .

Стабилизация загрузки осуществляется замкнутой системой управления, в которую помимо объекта управления – энергоемкой машины входит задатчик уровня загрузки, устройство измерения (датчик) загрузки, регулятор подачи и управляемый электропривод питателя, изменяющий подачу продукта на рабочие органы в функции загрузки.

Весь процесс может быть представлен следующим образом (рис. 1):

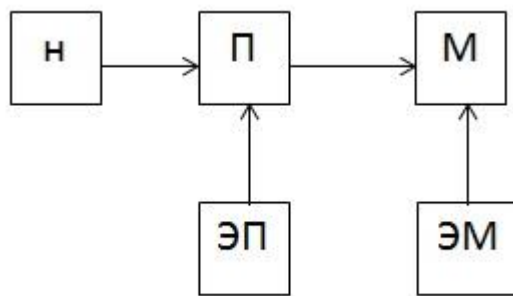


Рисунок 1. Схема технологического процесса загрузки: Н – накопитель исходного продукта, П – питатель, М – механизм, ЭП – электропривод питателя, ЭМ – электропривод механизма

Измерение загрузки массового расхода может осуществляться:

- 1) по датчику активного тока;
- 2) непосредственным измерением массового расхода.

В состав питателя входит транспортное звено – элемент обеспечивающий, доставку продукта из питателя в машину. При любой технологии транспортное звено вносит временное запаздывание. Запаздывание существенным образом отражается на поведении системы, ухудшая ее устойчивость и показатели качества регулирования. Для измерения массового расхода используют датчики расхода сыпучих веществ, отличающихся высокими показателями точности и надёжности. Установка датчиков может выполняться, как перед конвейером, так и непосредственно после него.

Нами предлагается применять расходомер сыпучих веществ MaxxFlow. Расходомер устанавливается непосредственно на шнековый конвейер, с целью измерения изменения расхода вещества.

Благодаря полностью открытой кросс-секции и небольшим размерам, расходомер MaxxFlow применим повсеместно, где раньше использовались только сложные механические системы, такие как ударные весы или различные сенсорные системы.

В измерительной трубе генерируется переменное высокочастотное поле специальной формы, а твердые частицы, находящиеся внутри этого поля, поглощают электромагнитную энергию. Это ведет к возникновению измерительного сигнала, пропорционального концентрации проходящего по трубе материала (кг/м^3).

Также измеряется напряженность переменного поля в сенсоре двумя датчиками, расположенными на известном фиксированном расстоянии. С помощью встроенного коррелятора модуль обработки определяет время пролета материала между двумя датчиками.

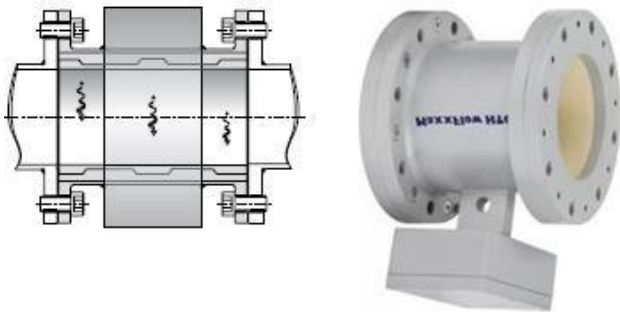


Рисунок.2. Расходомер MaxxFlow

При известном расстоянии между ними легко определяется скорость частиц (м/с). Измеренные величины концентрации (K) и скорости (V) при известной площади сечения измерительной труб (A) позволяют найти расход $Q = K \cdot V \cdot A$, который затем преобразуется в токовый сигнал 4...20 м.

При установке прибора после механических податчиков, таких как поворотная заслонка или элеватор, требуется прямой участок на входе не менее 200 мм. Установка MaxxFlow после пневмопровода или шнекового питателя допустима без прямого участка. При стационарной установке фиксация прибора в трубопроводе выполняется с помощью фланцевого присоединения.

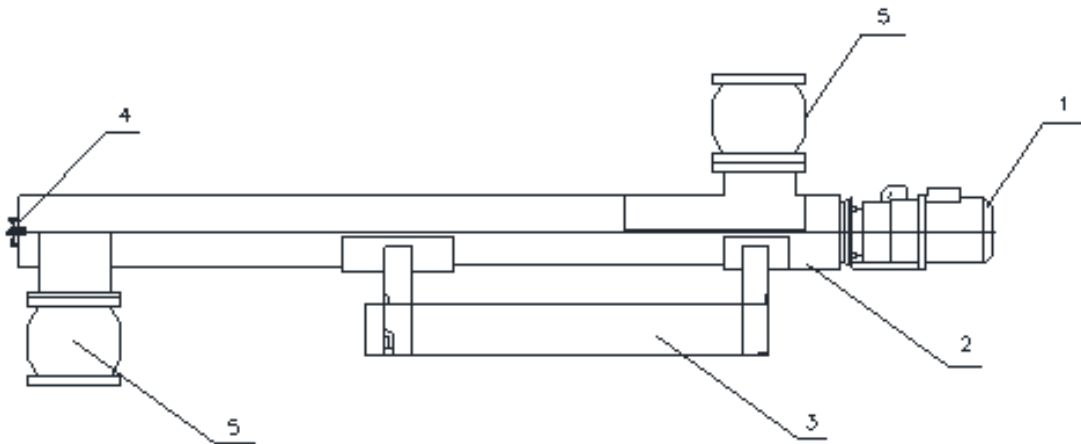


Рисунок 3. Схема установки расходомера: 1-электродвигатель, 2-корпус, 3-рама, 4-потшипниковый узел, 5-расходомер MaxxFlow.

Регулирование загрузки возможно по одному датчику. Если установить только один датчик в конце шнека, то будем иметь то же запаздывание сигнала, что и при датчике активного тока. Он будет реагировать только тогда, когда изменение плотности дойдёт по шнеку непосредственно до самого датчика. А в течение этого времени он будет показывать массовый расход меньше чем тот, который есть на самом деле.

Если установить датчик только в начале шнека: можно сказать, что плотность изменилась, но она изменилась мгновенно только в начале шнека, а не скачком вдоль всей его длины. Плотность будет меняться по ходу прохождения материала по всей длине конвейера. Следовательно, датчик будет показывать завышенные данные.

В связи с этим, так как скорость и массовый расход нам известны, можно предложить создание математической модели, которая будет показывать, как меняется массовый расход по одному датчику, находящемуся в начале.

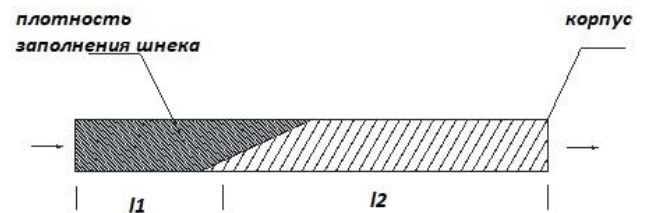


Рисунок 4. Схема движения

Массовый расход:

$$G = Q \cdot \rho,$$

где G - загрузка, Q - объемный расход, ρ - плотность.

Объемный расход в данном случае будет пропорционален коэффициенту k и угловой скорости w двигателя или линейной скорости самого шнека V [1, 5]:

$$Q = k \cdot w = k_1 \cdot V.$$

На входе имеем:

$$G_1 = k \cdot w \cdot (\rho_0 + \Delta \rho) \text{ или } G_1 = Q \cdot (\rho_0 + \Delta \rho).$$

На выходе имеем:

$$G_2 = k \cdot w \cdot \rho_0 \text{ или } G_2 = Q \cdot \rho_0.$$

Длина части конвейера l_1 с большей плотностью:

$$l_1 = \int V \cdot dt,$$

с меньшей плотностью:

$$I_2 = I - I_1,$$

тогда массовый расход будет:

$$G = Q \cdot \rho = Q \cdot (\rho_0 + I_1 \cdot \Delta \rho / I),$$

$$I_1 = \int V \cdot dt = k_1 \int w \cdot dt$$

при $V = \text{const}$,

$$I_1 = V \cdot t.$$

Из этого следует, что массовый расход на входе и на выходе – вещи разные, пока не заполнился весь шнек. Поделив массовый расход на входе на объёмный расход, мы получим плотность на выходе [4,6,7]:

$$\rho_1 = \rho_0 + \Delta \rho.$$

Если замерить изменение плотности на входе (если это изменение будет происходить скачком), то изменение массового расхода на входе будет равно:

$$G = Q \cdot (\rho_0 + V \cdot t \cdot \Delta \rho / I).$$

Но это не говорит о том, что это изменение будет происходить именно так. Изменение может происходить и по случайному закону. Поэтому мы предлагаем, учитывая, что плотность изменяется не на порядок, а примерно на 15-20%, использовать систему, работающую по двум датчикам, расположенных в конце и начале конвейера, который подаёт зерно в дробилку.

Таким образом, регулирование загрузки осуществляется непосредственно за счёт изменения скорости вращения шнека конвейера.

ИСТОЧНИКИ

1. Мельников, С.В. Механизация животноводческих ферм. / С.В. Мельников, П.В. Андреев, В.Ф. Базенков – М.: Колос, 1969. – 440 с.
2. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин // Известия Международной академии аграрного образования. 2017. № 37. С. 15-18.
3. Львицын, А.В. Обоснование конструкции и расчет параметров линейного электромагнитного двигателя сводообрушителя / А.В. Львицын, А.В. Волгин, В.А. Каргин, И.Ю. Лошкарёв // Аграрный научный журнал, №8, 2015.
4. Моисеев, А.П., Силовые характеристики электромагнитного двигателя с осевым каналом / А.П. Моисеев, А.В. Волгин А.В., И.Ю. Лошкарёв, А.А. Леонтьев // Актуальные проблемы энергетики АПК VI Международная научно-практическая конференция. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2015. С. 179-180.
5. Моисеев, А.П., Силовые характеристики электромагнитного двигателя с конденсаторным питанием / А.П. Моисеев, А.В. Волгин, И.Ю. Лошкарёв, А.А. Леонтьев // Актуальные проблемы энергетики АПК VI Международная научно-практическая конференция. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2015. С. 181-184.
6. Волгин, А.В. Обоснование конструкции и рабочего цикла линейного электромагнитного двигателя сводообрушителя / А.В. Волгин, А.П. Моисеев, И.Ю. Лошкарёв // Известия Международной академии аграрного образования, 2016, № 31, С. 13-16.
7. Лошкарёв, И.Ю. Стратегии технического обслуживания и ремонта асинхронных двигателей / И.Ю. Лошкарёв, О.В. Логачева, А.В. Волгин // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции / Под общ. ред. Трушкина В.А.. - Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 162-165.

УДК 631.28.01

И.Ю. Лошкарёв, А.Н. Кондрашов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Саратов, Россия

СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Ключевые слова: диагностика энергооборудования, система диагностирования, неисправность.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения неразрушающего контроля для диагностики энергооборудования.

В настоящее время в электроэнергетике активно внедряются информационные комплексы различного уровня, обеспечивающие сбор, обработку и хранение информации, получаемой в режиме реального времени. Между тем, увеличение объема анализируемой информации о состоянии оборудования ведет к значительным изменениям в методах работы и требует не только автоматизации процессов обработки и анализа данных, но и их интеллектуализации [1, 4, 5].

Применение передовых технологий позволит не только определять с достаточной точностью техническое состояние электрооборудования в текущий момент, но и прогнозировать техническое состояние контролируемого объекта и изменение его ресурса в дальнейшем, чтобы можно было

своевременно планировать и реализовывать различные мероприятия по предотвращению возникновения отказов [2].

Отсутствие контроля или его некачественное выполнение может привести не только к нарушению условий их эксплуатации, но и к преждевременному прекращению функционирования изделия и связанному с этим значительному материальному ущербу, а также тяжелым последствиям: взрывоопасной ситуации, возникновению пожара и трагической гибели людей.

Диагностика с помощью средств неразрушающего контроля обеспечивает возможность контроля теплового состояния электрооборудования без вывода их из работы, выявление дефектов на ранней стадии их развития, сокращение затрат на

техническое обслуживание за счёт прогнозирования сроков и объёмов ремонтных работ. При этом диагностику можно производить для всей цепи электрооборудования в отличие от графиков планово-предупредительного ремонта, где диагностика проводится для каждой единицы электрооборудования в определенное время [4, 6, 8-10].

Порядок проведения теплового неразрушающего контроля, оценка результатов измерения и их качество во многом определяются учетом конструктивных особенностей выполняемого электрооборудования и его основных элементов.

Порядок проведения теплового неразрушающего контроля можно представить в виде системы диагностирования (рис.1). Система включает в себя комплекс взаимосвязанных циклов, определяющих последовательность проведения операций и их информативность [3, 9, 11, 12]. Регламент проведения диагностики с помощью

средств неразрушающего контроля включает в себя периодичность и объём измерений контролируемой единицы электрооборудования или системы в целом.

При анализе результатов диагностики электрооборудования с помощью средств неразрушающего контроля осуществляется оценка выявленного дефекта и прогнозирование развития дефектов и сроков восстановления.

После устранения выявленного дефекта проводится повторное диагностирование для определения качества выполненного ремонта [7,8, 11, 12].

База данных закладывается в компьютер для того чтобы она отражала не только результаты обследования но и полную информацию об объекте контроля (режим работы, условия эксплуатации, срок службы и т.п.)

Составленная база данных позволит на основании всех факторов в дальнейшем судить о техническом состоянии объекта.

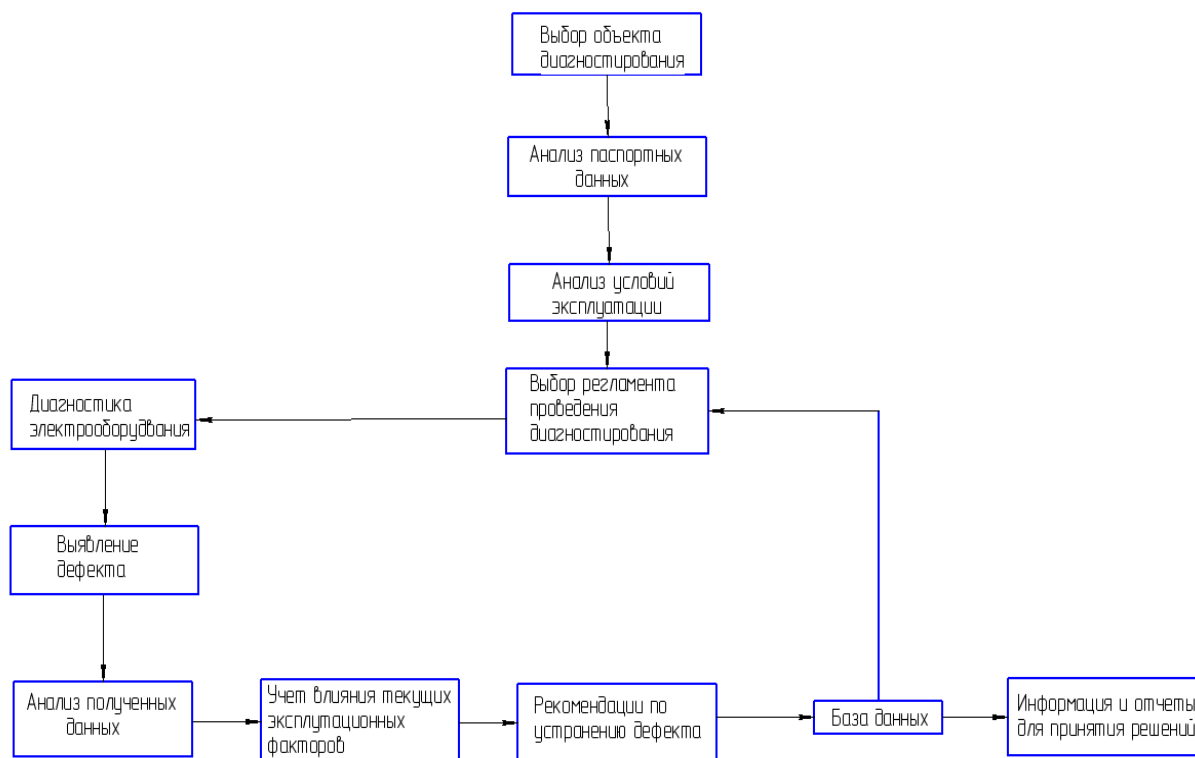


Рисунок 1. Система проведения диагностики электрооборудования с помощью средств неразрушающего контроля

ИСТОЧНИКИ

1. Куделина, Д.В. Система непрерывного контроля изоляции энергетических объектов [Электронный ресурс] // AUDITORIUM. – 2017. – №2 (14) (12.07.2017). – URL: <http://auditorium.kursksu.ru/index.php?page=6&new=14>. (дата обращения 15.09.2017).
2. Бирюлин, В.И. Система нечеткого вывода оценки эффективности региональной энергетики [Текст] / В.И. Бирюлин, Д.В. Куделина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Экономика Информатика. – 2015. – №13 (210). Вып.35/1. – С. 128-132.
3. Методика тепловизионной неразрушающей диагностики электрооборудования: Утв. деп. гос. энергетического надзора 19.08.2003,- М., 2003.- 27с.
4. Лошкарёв, И.Ю. Прогнозирование состояния электродвигателей [текст] / И.Ю. Лошкарёв // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы Международной научно-практической конференции / Под ред. А.В. Павлова. – Саратов: Издательство «КУБиК», 2010.- С. 204-205.- ISBN 978-5-91818-045-7.
5. Лошкарёв, И.Ю. Диагностика электрооборудования с помощью тепловых характеристик [текст] / И.Ю. Лошкарёв // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы II международной научно-практической конференции / Под ред. А.В. Павлова. – Саратов: Издательство «КУБиК», 2011.- С. 166-169.- ISBN 978-5-91818-136-2.

6. **Лошкарев, И.Ю.** Методы неразрушающего контроля / И.Ю. Лошкарев, А.А. Туманов // *Материалы международной научно-практической конференции студентов, проходившей в ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова» 23 марта 2011 года. Сборник научных трудов.*- Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2011.-С. 22-23.- ISBN 978-5-9999-0714-1.
7. **Лошкарев, И.Ю.** Значение диагностики в процессе эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве /И.Ю. Лошкарев, Г.П. Ерошенко, С.М. Бакиров // *Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы III Международной научно-практической конференции.*/ Под ред. А.В.Павлова.- Саратов, 2013.- С. 84-85 . – ISBN 978-5-91918-219-2.
8. Лошкарев И.Ю. Погрешности при инфракрасном контроле / И.Ю. Лошкарев, А.С. Чернышев // *Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы 4 Международной научно-практической конференции.*/ Под ред. А.В.Павлова.- Саратов, 2013.- С. 184-185 . – ISBN 978-5-9999-1641-9.
9. **Лошкарев, И.Ю.** Диагностирование энергетического оборудования в сельском хозяйстве по тепловым характеристикам / И.Ю. Лошкарев, А.С. Чернышев // *«Вестник студенческого научного общества»* составлен по материалам международной научно-практической студенческой конференции «Студенты в научном обеспечении развития АПК», проходившей в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете 21-22 марта 2013 года./ Под ред. В.А. Смелик.- Санкт-Петербург, 2013.- С. 416-417. - ISSN 2077-5873.
10. **Лошкарев, И.Ю.** Методы диагностирования энергооборудования/ И.Ю. Лошкарев, Д.В. Лебедева // *Новые технологии и технические средства в АПК: Материалы Международной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Красникова Владимира Васильевича .*- Саратов, «Буква» 2013.- С.118-119. – ISBN 978-5-906522-04-7
11. **Лошкарев, И.Ю.** Неразрушающий контроль. Особенности методов неразрушающего контроля / И.Ю. Лошкарев, А.С. Чернышев // *Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы 4 Международной научно-практической конференции.*/ Под ред. А.В.Павлова.- Саратов, 2013.- С. 186-187 . – ISBN 978-5-9999-1641-9.
12. **Лошкарев, И.Ю.** Преимущества диагностирования энергооборудования с использованием пирометрического контроля/ И.Ю. Лошкарев, Д.В. Лебедева // *Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: Сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции.*/ Под ред. И.Л. Воронникова.- Саратов: Буква, 2014. – 580 с. - ISBN 978-5-906522-50-4.

УДК 631.544.4.1

И.Ю. Лошкарев И.Ю., А.Я. Аберясьев, В.М. Наход

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

Ключевые слова: теплица, энергосбережение, комбинированный обогрев.

Аннотация. *Исследуются современные методы использования биотоплива в качестве источника тепла при выращивании овощей в закрытом грунте.*

Получение тепловой энергии для обогрева фермерских малых теплиц осуществляется различными способами. Анализ работ отечественных и зарубежных авторов доказал высокую эффективность электроэнергии для обогрева таких теплиц. Преимущество электрообогрева состоит в том, что электротепловые установки постоянно готовы к действию, обеспечивают более равномерный нагрев почвы и воздуха, могут быть автоматизированы и требуют минимальных затрат на их обслуживание [1, 2].

Рост цен на энергоносители вызвало увеличение доли затрат на электрическую энергию в себестоимости продукции овощеводства защищенного грунта. Это приводит к поиску снижения расхода электроэнергии на обогрев теплиц.

Одним из возможных путей, является использование биотоплива из переработанного городского мусора в сочетании с «внепиковой» электроэнергией. Основными преимуществами использования биотоплива в качестве источника тепла для теплиц, является возможность утилизировать бытовые, сельскохозяйственные и древесные отходы, обеспечить равномерный и длительный тепловой эффект, а также улучшить газовоздушную среду для выращиваемых растений, так как в процессе разложения органических материалов выделяется большое количество

углекислого газа. Для обеспечения экологической безопасности компост, выпускаемый на заводах по физико-химическим и санитарным показателям, должен соответствовать нормам, разработанным Академией коммунального хозяйства совместно с санитарными и сельскохозяйственными организациями.

Основными преимуществами использования биотоплива в качестве источника тепла для теплиц является возможность утилизировать бытовые, сельскохозяйственные и древесные отходы, а также улучшить газовоздушную среду для выращиваемых растений, так как в процессе разложения органических материалов выделяется большое количество углекислого газа.

Биотопливом, которое в наибольшей степени отвечает эксплуатационным и экономическим свойствам и показателям, является компост из бытового мусора, переработанного механизированным способом на мусороперерабатывающих заводах. Компост из переработанных бытовых отходов отличается почти полным отсутствием неорганических включений, однородностью, отсутствием возбудителей болезней.

Значительные биоэнергетические ресурсы компоста позволяют с успехом использовать его в качестве биотоплива в парниках и теплицах пригородной зоны.

Продолжительность горения компоста в теплицах составляет 5-8 месяцев. Интенсивное горение его способствует прогреванию грунта на грядках в ранний весенний период на 12-15°C. Летом эта разница составляет 4-9 °С.

При всей эффективности применения электрообогрева пленочных теплиц нерациональное использование электроустановок (отсутствие автоматического режима управления и эксплуатации установок в «свободном» режиме) приводит к увеличению затрат на электроэнергию[1, 2].

С другой стороны, при неблагоприятных климатических условиях и пониженной влажности компоста, в начальный период эксплуатации теплиц, даже рациональное использование имеющихся отопительных установок приводит к повышенным затратам на электроэнергию. Кроме того, отопительные установки лишь косвенным образом воздействуют на температурный режим грунта, что вызывает увеличение сроков выращивания рассады и овощей.

Опытами подтверждено, что наиболее равномерный нагрев питательного слоя почвы, и, следовательно, одинаковый выход рассады по всей площади теплицы, получается при устройстве систем подпочвенного обогрева с применением нагревательного провода.

Сочетание системы подпочвенного обогрева с применением нагревательного провода и биотоплива позволит уменьшить затраты на электроэнергию и создает отопительный температурный режим шатра и почвы пленочной теплицы благодаря тому, что: система подпочвенного обогрева будет работать в часы провала графика нагрузок с аккумуляцией выдаваемого тепла в слое песка, биотоплива и грунта будет обеспечена автоматизация процессов обогрева шатра и почвы в теплице будет обеспечено рациональное соотношение энергетических параметров шатрового и подпочвенного нагревательных устройств, при учете теплового потока биотоплива и теплового потока почвы теплицы система подпочвенного обогрева окажет положительное влияние на интенсивность горения биотоплива в начальный период эксплуатации теплиц.

Существуют два основных вида накопления тепловой энергии: реальная (ощутимая) и скрытая аккумуляция[2].

При реальной аккумуляции солнечная энергия используется для того, чтобы поднять температуру аккумулирующей среды без изменения состояния вещества.

В процессах скрытой аккумуляции солнечная энергия заставит аккумулирующий материал изменять свое агрегатное состояние.

Основным преимуществом аккумуляторов тепла на основе теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом с теплоемкостными аккумуляторами теплоты является большая плотность энергии и изотермический характер процесса заряд-разряд. В связи с чем, масса теплоаккумулирующего материала, необходимого для обогрева значительно меньше, чем при использовании реальной аккумуляции. Этот момент является очень важным, особенно для обогрева малогабаритных теплиц. Это значительно увеличивает полезную площадь теплицы.

Используя в качестве теплоаккумулирующего материала отходы производства можно значительно снизить эксплуатационные затраты.

Эти преимущества дают предпосылку для использования энергии фазового перехода и в будущем. Этому предшествует теплотехнический расчет, основанный на решении системы уравнений теплового баланса для поверхностей теплообмена теплицы и для сооружения в целом.

Приведена расчетная схема энергетического режима теплицы для ночного времени суток[2].

Система уравнений теплового баланса:

- на поверхности почвы:

$$Q_{п} = Q_{пг} + Q_{ко} + Q_{ло} + Q_{и}$$

- на поверхности ограждения:

$$Q_{-л1} + Q_{-к1} + Q_{конд} = Q_{+л1} + Q_{+к1}$$

- для теплицы в целом:

$$Q_{ш} + Q_{п} = Q_{+л1} + Q_{+к1} + Q_{в}$$

где $Q_{п}$ -установленная мощность подпочвенного нагревательного устройства;

$Q_{пг}$ - тепловой поток вглубь грунтового массива; $Q_{ко}$ - конвективный тепловой поток от почвы к воздуху; $Q_{ло}$ - лучистый тепловой поток от почвы к ограждению; $Q_{и}$ - теплота, затрачиваемая на испарение влаги из почвы, $Q_{+л1}$ -тепловой поток излучения, воспринимаемый внутренней поверхностью ограждения; $Q_{ш}$ - суммарная установленная мощность; $Q_{в}$ - тепловой поток потерь на инфильтрацию наружного воздуха в теплицу; $Q_{конд}$ - теплота, выделяющаяся при конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения; $Q_{+к1}$ - конвективный тепловой поток от ограждения к наружному воздуху; $Q_{-к1}$ -конвективный тепловой поток от воздуха в рабочей зоне к внутренней поверхности ограждения.

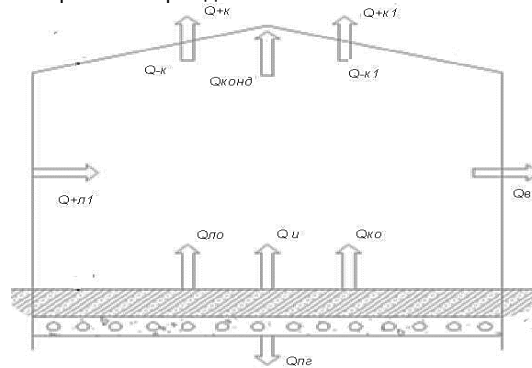


Рисунок 1. Схема энергетического режима теплицы для ночного времени суток

Теплотехнические расчеты показали, что тепловая мощность, компенсирующая теплопотери теплицы в окружающую среду, изменяется, т.е. нагревательные устройства должны иметь переменный режим работы. Большая часть от суммарной тепловой мощности должна быть заложена в подпочвенное нагревательное устройство.

УДК 631.3, УДК 621.313.3

И.Ю. Лошкарёв, О.Ю. Криволапова

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Ключевые слова: кормление, загрузка, стабилизация, коммодробилка.

Аннотация. В данной статье рассмотрены принципиальные вопросы оптимального управления электроприводом коммодробилки.

Полноценное кормление — один из основных путей повышения продуктивности животных и снижения себестоимости готовой продукции. При малоэффективной технологии кормления нередко наблюдается значительный перерасход кормов в расчете на единицу прироста массы животных. Отдельные корма или однотипные смеси не могут обеспечить их в полной мере необходимыми питательными веществами вследствие однообразия их состава и отсутствия полного набора требуемых для организма веществ. Необходимый состав питательных веществ содержится только в комбинированных кормах, приготовленным по заданным рецептам. Использование полноценных комбикормов повышает продуктивность животных на 16–44% и снижает затраты кормов на единицу продукции на 12–15 % [1,2].

Производство комбикормов состоит из нескольких последовательных технологических операций: очистки, шелушения, измельчения, сушки компонентов, подготовки и ввода микродобавок, дозирования, смешивания, учета и выдачи готовой продукции. Одной из наиболее энергоемких операций является измельчение исходных компонентов, поэтому этот процесс является приоритетным для оптимизации. По различным литературным данным на процесс дробления расходуется 55-60% от общих затрат энергии на процесс производства комбикормов.

Самой важной из характеристик процесса дробления является степень измельчения, отражающая изменение гранулометрического состава сырья в технологическом процессе. В ситовых дробилках необходимая степень измельчения обеспечивается установкой решет с отверстиями требуемого диаметра, а в безрешетных

- ИСТОЧНИКИ**
1. **Ерошенко, Г.П.** Специальные требования к электронагревательным установкам для систем микроклимата/ Г.П. Ерошенко, И.Ю. Лошкарёв, О.В. Логачева, Д.В. Ульянов, Н.В. Шевчук//Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции/Под общ. ред. Трушкина В.А.- Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 86-89.
 2. **Рубцов, П.А.** Применение электроэнергии в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1981.

— изменением расстояния между декой и ротором (данное явление имеет место и в решетных дробилках). С увеличением диаметров отверстий решет модуль помола увеличивается, а удельная энергоемкость падает. Производительность дробилок зависит и от площади сита, замыкающего рабочую зону: чем больше площадь, тем эффективней работает дробилка. Уменьшение угла охвата рабочей камеры декой увеличивает ситовую поверхность дробилки и повышает ее эффективность. Сито дробилок некоторых конструкций можно проворачивать во время работы, варьируя указанные выше характеристики. Как следует из анализа литературных источников, решетные молотковые дробилки получили наибольшее распространение в малогабаритных комбикормовых агрегатах в связи с относительной стабильностью гранулометрического состава готового комбикорма при флуктуациях исходных компонентов [1,3, 6, 8]. Эффективность работы дробилки во многом зависит от стабилизации объема поступающего в нее исходного компонента корма, для этих целей используются различные типы дозирования: весовое порционное, весовое непрерывное и объемное непрерывное.

Кроме этого, по статическим характеристикам создаваемых потоков материала все дозаторы можно разделить на три вида, при которых:

-изменение подачи носит периодический характер, но во времени остается постоянным (порционные дозаторы);

-изменение подачи носит случайный характер с колебаниями высокой частоты около среднего значения и по времени остается постоянным (различные питатели и дозаторы непрерывного действия);

–изменение подачи носит периодический или случайный характер и колеблется по времени с малой частотой.

Весовое порционное дозирование позволяет наиболее точно составлять рецепт заданного рациона, но в связи с большой стоимостью и сложностью дозаторов широко применяется только в линиях приготовления премиксов и порошков-заменителей на крупных предприятиях. Весовое непрерывное дозирование уступает по точности порционному дозированию, и вследствие этого ограниченно используется в комбикормовых поточных технологических линиях.

Объемное непрерывное дозирование менее требовательно к состоянию компонентов и при определенном сочетании параметров технологического агрегата и компонентов позволяет удовлетворительно приготавливать смеси требуемого качества и в связи с этим широко применяется в поточных линиях различных схем. Главным недостатком данного вида дозирования является отсутствие реакции дозаторов на изменение объемной массы сырья, значительные изменения которой возникают из-за колебаний влажности, крупности размола, сыпучести и других физико-механических свойств. Этот недостаток приводит к колебаниям производительности и к погрешностям дозирования [4, 6, 7, 8].

В каждом конкретном случае питатели и дозаторы подбирают с учетом зоотехнических требований к дозированию компонента в соответствии с нормой и подачей в технологическом агрегате. Выбор типа дозатора зависит от свойств материалов и требований к процессу дозирования. Основными показателями работы дозаторов и питателей являются: пропускная способность и неравномерность подачи, определяемая среднеквадратичным отклонением потока и коэффициентом вариации [1, 5, 7, 9].

На удельный расход энергии измельчения оказывает влияние и кинематический режим дробилки. Установлено, что значение рациональных скоростей удара при разрушении зерновых видов комбикормового сырья находится в диапазоне 50–70 м/с [3]. Вследствие наличия определенных трудностей с регулировкой частоты вращения приводных двигателей данный эффект в современных дробилках не используется [3, 6, 9].

Стремление повысить производительность привело к увеличению окружной скорости рабочих органов до 90–100 м/с и повышенному расходу

энергии на измельчение сырья. При увеличении угловой скорости ротора количество затрачиваемой энергии возрастает по квадратичному закону, а при увеличении производительности — по линейному закону, что дает основание предполагать наличие оптимальных значений производительности и кинематического режима.

Основываясь на вышесказанном, можно сделать вывод о том что, оптимальное управление основным приводом дробилки является ключевым элементом повышения ее производительности и энергоэффективности [6, 7, 9].

ИСТОЧНИКИ

1. **Бурмага, А.В.** Обоснование конструктивно-технологической схемы раз-датчика-смесителя стебельных кормов / А.В. Бурмага // кн.: Ученые БСХИ.– сельскохозяйственному производству. Благовещенск, 1988. – С.34-38.
2. **Воронцов, С.И.** Повышение эффективности приготовления кормосмесей крупному рогатому скоту путём разработки энергосберегающих технологий и средств механизации: дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / Воронцов Сергей Иванович. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2010. – 173 с.
3. **Кутлембетов, А.А.** Комплексная механизация ферм по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота / А.А. Кутлембетов, А.А., А.Н. Борзило, И.Ф. Игнатенко. – М.: Колос, 1982. – 256 с.
4. **Каргин, В.А.** Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин// Известия Международной академии аграрного образования. 2017. № 37. С. 15-18.
5. **Львицын, А.В.** Обоснование конструкции и расчет параметров линейного электромагнитного двигателя сводообрушителя / А.В. Львицын, А.В. Волгин, В.А. Каргин, И.Ю. Лошкарёв// Аграрный научный журнал, №8,2015.
6. **Моисеев, А.П.,** Силовые характеристики электромагнитного двигателя с осевым каналом / А.П. Моисеев, А.В. Волгин А.В., И.Ю. Лошкарёв, А.А. Леонтьев// Актуальные проблемы энергетики АПК VI Международная научно-практическая конференция. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2015. С. 179-180.
7. **Моисеев, А.П.,** Силовые характеристики электромагнитного двигателя с конденсаторным питанием / А.П. Моисеев, А.В. Волгин, И.Ю. Лошкарёв, А.А. Леонтьев// Актуальные проблемы энергетики АПК VI Международная научно-практическая конференция. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2015. С. 181-184.
8. **Волгин, А.В.** Обоснование конструкции и рабочего цикла линейного электромагнитного двигателя сводообрушителя /А.В. Волгин, А.П. Моисеев, И.Ю. Лошкарёв // Известия Международной академии аграрного образования, 2016, № 31, С. 13-16.
9. **Лошкарёв, И.Ю.** Стратегии технического обслуживания и ремонта асинхронных двигателей / И.Ю. Лошкарёв, О.В. Логачева, А.В. Волгин //Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции/Под общ. ред. Трушкина В.А.- Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 162-165.

И.Ю. Лошкарёв, Д.С. Куртмамбетов

Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Саратов, Россия

ВАРИАНТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА

Ключевые слова: система охлаждения, танк-охладитель.

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные типы танков-охладителей молока.

Современное молочное производство немыслимо без такого оборудования, как охладитель молока. Тем более, при существовании достаточно жестких норм по наличию в этом полезном продукте микрофлоры и, к тому же, при полном запрете на использование антибиотиков.

Хорошее и качественное оборудование позволяет накапливать, быстро охлаждать и хранить большие объемы молока.

Сейчас на рынке представлено в продаже огромное количество танков охладителей. Как правило, резервуары везут из-за границы. Хотя есть и отечественные производители этой продукции. В любом случае - выбор оборудования для молочной промышленности достаточно большой.

Прежде всего, танк-охладитель молока должен сохранить качество продукта, а не просто охладить его до нужной температуры. Поэтому неплохо, если оборудование молочного производства будет оснащено фильтром, позволяющим удалить вредные примеси, содержащие бактерии. Еще одна важная деталь – скорость охлаждения. Надо помнить, что снижение температуры молока с +34 до +4-6 °С не должно занимать более 2-3 часов [1].

Одной из перспектив повышения эффективности работы может являться охлаждение молока в условиях хозяйства. Быстрое охлаждение является решающим фактором для сохранения качества молока: оно останавливает и ограничивает размножение микроорганизмов и обеспечивает возможность дальнейшей высококачественной переработки молока.

При первичном охлаждении молока и рекуперации тепла целесообразно использовать проточные пластинчатые или трубчатые охладители. Вторичное, окончательное охлаждение молока до 4°С должно производиться в молочных танках – охладителях[2].

Существует четыре основных варианта систем охлаждения с применением танков-охладителей.

Первый тип - танк-охладитель с непосредственным охлаждением.

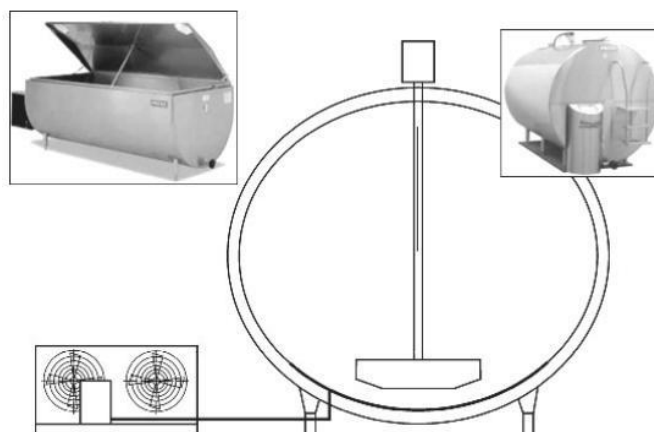


Рисунок 1. Танк-охладитель с непосредственным охлаждением молока

Компрессорно-конденсаторный агрегат в таком охладителе включается после заполнения емкости до уровня, обеспечивающего перемешивание молока мешалкой (рис.1). В противоположном случае возможно примерзание молока к внутренней поверхности танка, что недопустимо.

Второй тип осуществляется с намораживанием льда. В этом случае охлаждение стенок производится ледяной водой, циркулирующей в замкнутом контуре (рис. 2).

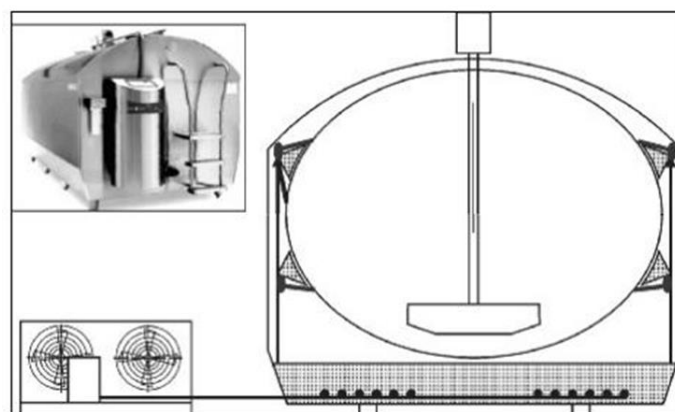


Рисунок 2. Танк-охладитель с намораживанием льда

В таком танке происходит охлаждение молока до 10°С в 1,5 раза быстрее, чем в танке с непосредственным охлаждением. Компрессорно-конденсаторный агрегат включается в момент

попадания молока в танк. В этом типе нет примерзания молока к стенкам танка. Намораживание льда может происходить в ночное время при минимальных нагрузках в электросетях, при этом пиковое потребление энергии значительно меньше, чем у традиционных охладителей. При вторичном заполнении танка существует проблема изменения свойств молока при смешивании теплого и холодного молока[2].

Третий тип танка-охладителя - с намораживанием льда в комплекте с проточным охладителем (рис.3).

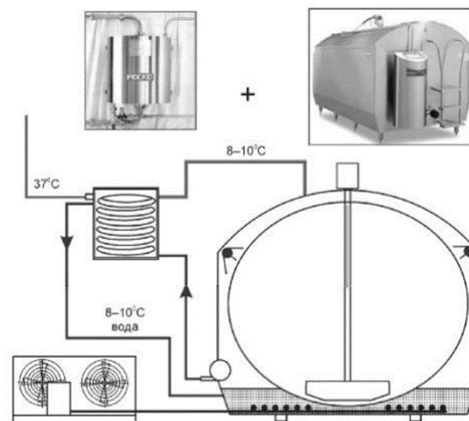


Рисунок 3. Танк-охладитель с намораживанием льда в комплекте с проточным охладителем

В таком танке-охладителе обеспечивается мгновенное охлаждение молока и сохраняются свойства молока при смешивании.

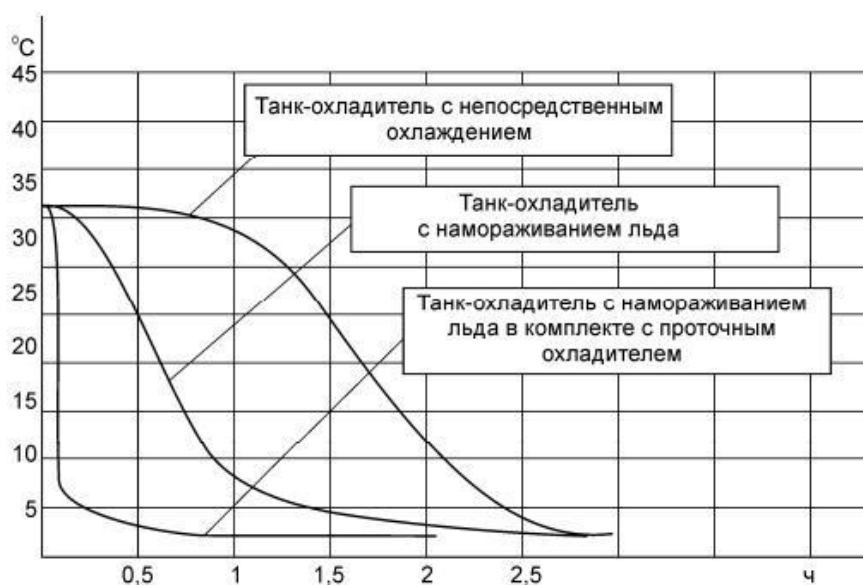


Рисунок 4 . Скорость охлаждения молока в различных системах

На рисунке 4 представлены зависимости скорости охлаждения молока при различных типах охлаждения.

В отличие от систем с намораживанием льда применяемые в хозяйствах пластинчатые охладители в сочетании с танками непосредственного охлаждения (четвертый тип) требуют большого расхода воды и весьма чувствительны к содержанию в ней минеральных веществ. Однако если качество воды хорошее, то применение проточных охладителей позволяет повысить эффективность системы охлаждения.

При этом тепло охлаждаемого молока может быть рационально использовано для подогрева воды в системе автопоения или на технологические нужды.

ИСТОЧНИКИ

1. Резервуары-охладители молока [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agrotehholod.ru/tanks.html>. (дата обращения 15.09.2017)..
2. **Хазанов, Е.Е.** Рекомендации по модернизации и техническому перевооружению молочных ферм /Е. Е. Хазанов, Е. Л. Ревякин, В. Е. Хазанов, В. В. Гордеев Р 36. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 128 с.

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ДОСУШИВАНИЯ ПРЕССОВАННОЙ В РУЛОНЫ ТРАВЫ

Аннотация. В статье предложен комбинированный способ досушивания прессованной в рулоны травы с целью повышения качества корма и снижения энергоёмкости. От качества корма зависит эффективность производства продукции животноводства.

Ключевые слова: прессованное рулонное сено, досушка, корма, комбинированный способ.

Кормопроизводство является важнейшей отраслью агропромышленного комплекса, темпы и научно-технический уровень которой определяют эффективность функционирования животноводства [1-5]. Важнейшими факторами роста продуктивности животных являются увеличение производства грубых и сочных кормов, более широкое применение технологий возделывания, заготовки, хранения, улучшение структуры и качества кормов. Сено, как один из составляющих элементов питания животных, должно входить в их рацион кормления. От его качества зависит эффективность производства продукции животноводства. Качественное сено нормализует процессы пищеварения и снабжает организмы животных комплексом питательных веществ и витаминов, характерны для используемого зеленого сырья [1]. Однако успех при его заготовке

известными способами находится в большой зависимости от погодных условий [1].

Особый интерес представляет заготовка сена в крупных рулонах. Крупные рулоны обладают большой массой и противостоят проникновению внешней влаги вовнутрь рулона. Это способствует лучшей сохранности питательных веществ и повышению качества сена. Основными недостатками сена, спрессованного в рулоны, является его низкое качество при заготовке в неблагоприятных условиях. Досушка рулонного сена на существующих установках обусловлена большой продолжительностью сушки и значительными затратами электроэнергии [6-10]. Потери питательных веществ высушиваемой траве определяются продолжительностью и условиями сушки. Продолжительность искусственной сушки прессованного сена в рулонах может быть сокращена путем внедрения новых сушильных установок и совершенствования существующих способов интенсификации, обеспечивающих рациональное распределение теплоносителя в процессе сушки [6-10]. Таким образом, для получения рулонного сена высокого качества необходимо применение комбинированного способа досушивания рис. 1.

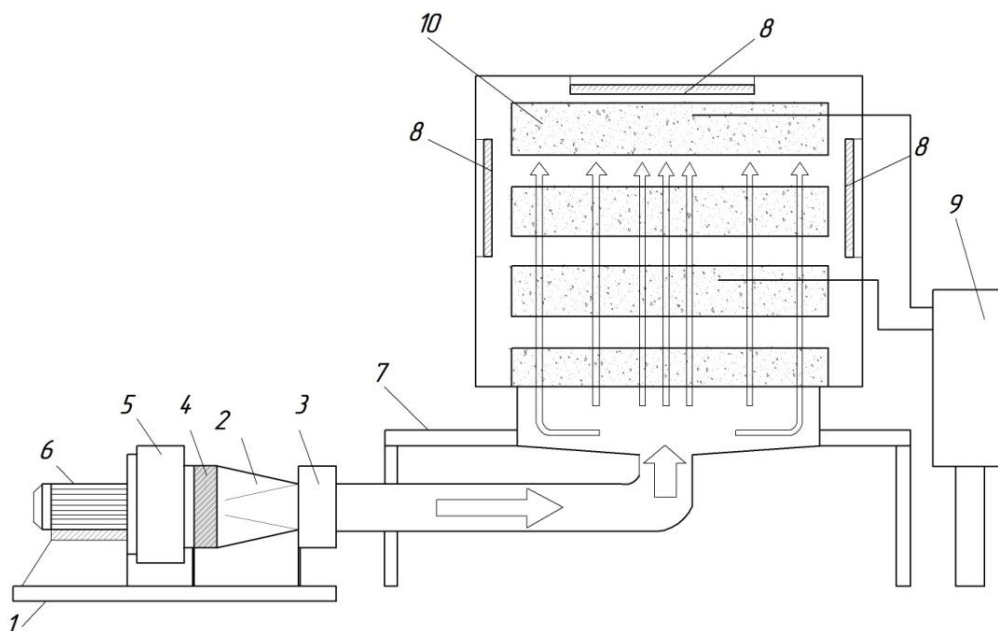


Рисунок 1 Технологическая схема комбинированного способа досушивания прессованного в рулон травы: 1 – рама; 2 – переходной патрубок; 3 – электрокалорифер; 4 – мягкая вставка; 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – основание; 8 – инфракрасный излучатель (ТЭН); 9 – измерительный блок; 10 – трава.

Считаем, что эффективно и необходимо использовать сочетание комбинированного подвода теплоты. Когда ИК - нагрев материала сочетается с конвективным способом удаления влаги из него [8,9]. При сушке инфракрасным излучением возможности передачи энергии материалу достаточно велики и скорость сушки определяется не только скоростью передачи теплоты, но и в значительной мере скоростью перемещения влаги в продукте. При этом максимальная температура продукта не вызывает изменений его молекулярной структуры.

ИСТОЧНИКИ

1. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Н.Н. Кузнецов. – Санкт-Петербург, 2007. – 17с.

2. Моисеев, А.П. Совершенствование электрического преобразователя электромагнитного привода кормораздаточного транспортера / А.П. Моисеев, А.В. Волгин, В.А. Каргин. – Известия Международной академии аграрного образования, 2016. № 31. – С.41-43.

3. Усанов, К.М. Импульсные электромагнитные двигатели в приводе оборудования пищевого производства / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко, С.М. Зубарев. – В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства, материалы Междунар. научно-практ. конф., 2010. – С.228-231.

4. Каргин, В.А. Импульсный электромагнитный привод тросошайбового кормораздатчика / В.А. Каргин, К.М. Усанов, А.П. Моисеев. – Техника в сельском хозяйстве, 2011, № 3. – С. 14-16.

5. Усанов, К.М. Экспериментальная оценка силовых показателей электропривода тросошайбового транспортера с линейным электромагнитным двигателем / К.М. Усанов, А.П. Моисеев, В.А. Каргин, Е.А. Четвериков. – Аграрный научный журнал, 2015. № 6. – С.69-72.

6. Любайкин, С.Н. Совершенствование способа сушки продуктов растительного происхождения / С.Н. Любайкин, Л.А. Лягина. – Аграрный научный журнал, № 5, 2010. – С.37-39

7. Четвериков, Е.А. Микроволновое и инфракрасное излучение в технологиях сушки продукции растительного происхождения: монография / Е.А. Четвериков, Л.А. Лягина, А.П. Моисеев. – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов: Амирит, 2016. – 186с.

8. Лягина, Л.А. Инфракрасно-конвективная сушка растительного сырья / Л.А. Лягина, В.С. Еремин, О.А. Рыбаков. – В сб. «Актуальные проблемы энергетики АПК» V международная научно-практ. конф. Под. ред. Трушкина В.А., 2014. – 217-219с.

9. Четвериков, Е.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности / Е.А. Четвериков, А.П. Моисеев, В.А. Каргин. – Аграрный научный журнал, № 7, 2015. – С.52-54.

10. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев. – Аграрный научный журнал, №7, 2017. 39-41

УДК.631.365.314:633.88

Л.А. Лягина, С.В. Кондаков

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г.Саратов

СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Аннотация. Гибридная система, в которой от небольшой солнечной панели заряжает батарею, затем энергия при необходимости проходит через инвертор прямо на нагрузку. В тоже время энергия от основной PV панели переходит в сетевой инвертор, который питает нагрузку и заряжает батареи избыточной энергией.

Ключевые слова: инвертор, солнечная электростанция, система, энергия, зарядка батарей.

Затраты на использование основных источников ежегодно увеличиваются [1], поэтому эффективней стали применять нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Одним из таких источников является солнце.

Солнечная радиация является неисчерпаемым, мощным и экологически чистым источником энергии. Солнечная электростанция (СЭС) – это электростанция, где электричество генерируется путем прямого преобразования из солнечной радиации [2].

Для обеспечения надежности электроснабжения такой установки используются дополнительные компоненты, которые зависят от типа и назначения солнечной электростанции. Параметры этих компонентов зависят от множества факторов: суточный график нагрузки и суточное потребление, характер работы солнечной электростанции (сезонный или годовой), среднемесячная поступающая солнечная радиация и количество

последовательно идущих пасмурных дней в области фотоэлектрических установок, системы слежения за солнцем [3].

Существует два основных типа солнечной электростанции:

- автономная система;
- система, работающая параллельно с сетью.

Недостатком автономной солнечной электростанции является: потеря избыточной энергии в режиме низкой нагрузки; потребность в батареях, которые должны работать в режиме циклической работы.

Солнечная электростанция с подключением к сети подразделяется на два типа: с батареями и без них (фотоэлектрические системы, инверторы).

Существуют дополнительные ограничения для локальных систем, подключенных к сети дизель-генераторов:

- дизельные генераторы не могут быть отключены;

- генераторы должны покрывать 40% электроэнергии.

Когда сеть не надежна, применяется солнечная электростанция с батареями. Чтобы обеспечить максимальную эффективность солнечной электростанции с аккумуляторами, работающей параллельно с сетью, необходимо использовать автономный инвертор. Существует три варианта построения такой системы [3]:

1. PV панели заряжают батареи через контроллер зарядки, а затем энергия проходит через инвертор прямо на нагрузку или в сеть.

2. Энергия от PV панелей переходит в сетевой PV инвертор, который питает нагрузку и заряжает батареи избыточной энергией (или, если батареи полностью заряжены, энергия поступает в сеть).

3. Гибридная система, которая включает компоненты обоих вариантов.

Наиболее универсальной системой является солнечная электростанция с сетевым инвертором на выходе источник бесперебойного питания.

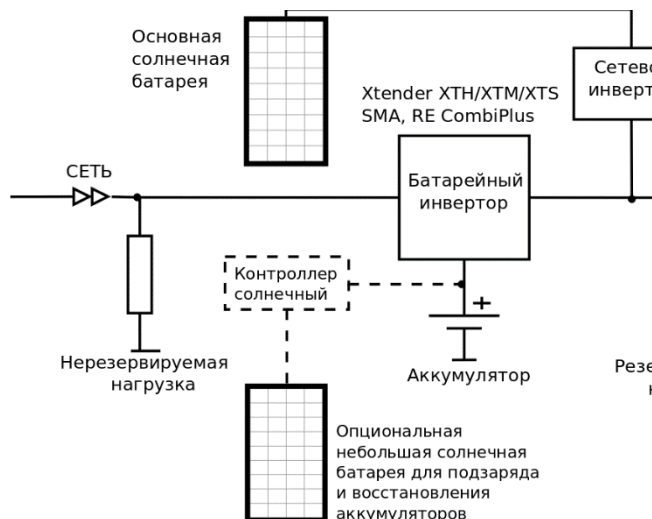


Рисунок 1. – Универсальная система солнечной электростанции с сетевым инвертором на выходе источник бесперебойного питания

Гибридная система, в которой от опциональной небольшой солнечной панели заряжает батарею,

затем энергия при необходимости проходит через инвертор прямо на нагрузку. В тоже время энергия от основной PV панели переходит в сетевой инвертор, который питает нагрузку и заряжает батареи избыточной энергией. Питание нагрузки и аккумуляторов не может быть прервано из-за сбоев в сетях. В нормальном режиме сетевой инвертор питает важных потребителей. Если потребление энергии нагрузкой меньше, чем генерация PV панелями, тогда избыточная энергия заряжает аккумуляторы. В противном случае нагрузка и батареи потребляют энергию из сети. После полной зарядки батарей избыток энергии уходит на нагрузку или в сеть. Если происходит сбой сети, источник бесперебойного питания переключается на питание от батарей. В этом случае энергия солнца используется непрерывно, так как источником опорного напряжения для сетевого инвертора становятся батареи. Система имеет следующие преимущества: эффективное использование батарей и возобновляемой энергии солнца; есть возможность восстановить питание после глубокого разряда батарей благодаря нескольким PV панелям, подключенным к аккумуляторам через контроллер заряда [2].

Применение универсальной системы солнечной электростанции с сетевым инвертором на выходе источника бесперебойного питания предпочтительно за счет высокой надежности, высоких показателей климатического исполнения (допустимый диапазон рабочих температур от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$, номинальное напряжение 31,7 В, номинальный ток 9,15 А) [2].

ИСТОЧНИКИ

1. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья: / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев. – Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-83.
2. Муравлев, И. О. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Учебное пособие. / И. О. Муравлев, И. А. Плотников. Томск: Томский политехнический университет. – 2015.
3. Безруких, П.П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России: / П.П. Безруких, Я.Д. Арбузов. – Санкт-Петербург: Наука. – 2002.

УДК.631.365.314:633.88

Л.А. Лягина, С.В. Кондаков

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г.Саратов

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация. В настоящей статье рассмотрена классификация методов повышения эффективности солнечных панелей.

Ключевые слова: солнечные панели, трекер, люминесцентный концентратор, отражатель.

Повышение эффективности сельхозпроизводства неразрывно связано с совершенствованием существующих и разработкой новых технологий и технических средств [1-6]. При этом для снижения

себестоимости сельскохозяйственной продукции перспективным является снижение энергозатрат за счет внедрения энергоэффективных технологий [7,8]. В частности, использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии является важным [9,10].

Энергия солнца является наиболее перспективным, возобновляемым и общедоступным источником энергии, базирующимся на использовании солнечного излучения с целью получения энергии не только для отопления, горячего водоснабжения [11], но и для электроснабжения.

Эффективность солнечных панелей относительно низкая, способы ее повышения в данный момент

разрабатываются. Речь идет не о совершенствовании PV технологии как таковой, но об условиях поступления на PV панели солнечного света. Существует несколько способов воздействия на эффективность использования PV технологии [12]. Рассмотрим классификацию методов повышения эффективности солнечных панелей, которая представлена на рисунке 1.

Для метода с углом падения солнечных лучей на панель, количество солнечного света, падающего на поверхность панели при острых (или тупых) углах, намного меньше, чем под прямым углом. Таблица 1 показывает потери энергии фиксированной PV панелью в зависимости от азимутального угла.

Таблица 1 . – Потери энергии PV панели, возникающие в связи с движением Солнца

Азимутальный угол Солнца	>50	45–50	40–45	35–40	30–35	25–30	20–25	15–20	10–15	5–10	0–5
Годовые потери энергии, в % от потенциально доступной	44.44	2.14	1.31	0.92	0.69	0.53	0.38	0.26	0.14	0.05	0.01

Примечание: отраженная и рассеянная солнечная радиация не учтена.

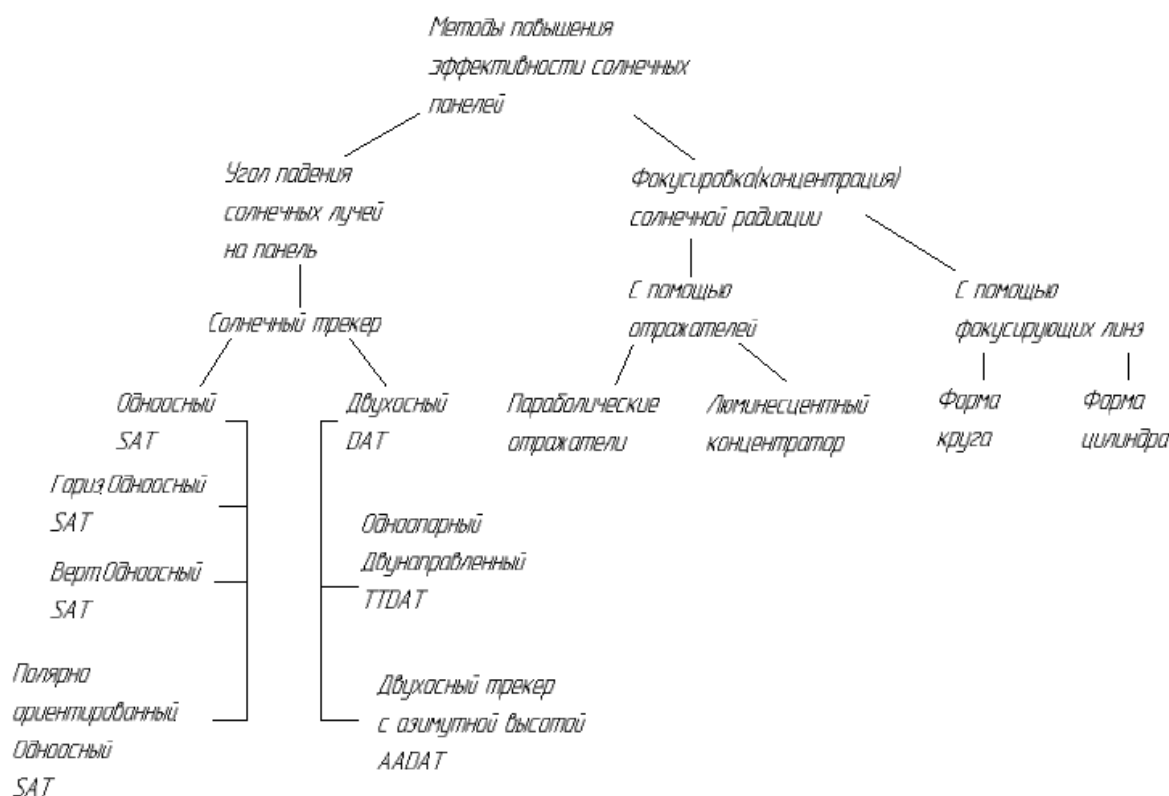


Рисунок 1 Классификация методов повышения эффективности солнечных панелей

Из таблицы 1 видно, что неперпендикулярность солнечных лучей относительно поверхности солнечной панели приводит к большим потерям. Этих потерь можно избежать, если поддерживать панель под прямым углом к Солнцу. Такой инструмент

отслеживает положение Солнца в течение дня и называется солнечной системой слежения или солнечным трекером [12].

В зависимости от оси вращения выделяют два типа солнечных трекеров – одноосный трекер (SAT) и двухосный трекер (DAT). В свою очередь каждый

трекер подразделяется на свою систему, при этом имея свои достоинства и недостатки.

Другим методом улучшения условий поступления солнечного света на PV панель является фокусировка (концентрация) солнечной радиации. Существует два основных способа большего направления солнечного света на панель: с помощью фокусирующих линз и с помощью отражателей.

Фокусирующие линзы разделяются на две конструкции: в форме круга для обеспечения точечного фокуса и цилиндрической формы для обеспечения фокуса линии.

Отражающая технология подразделяется на параболические зеркала и люминесцентный концентратор. В люминесцентном концентраторе свет сначала преломляется в пленке, а затем направляется на PV панель. Это очень перспективная технология, поскольку она не использует труднообрабатываемых отражателей, таких как зеркала и линзы. Кроме того, люминесцентные концентраторы также работают с рассеянным светом и, следовательно, не требуют солнечной системы слежения. Более того, пленка может быть спроектирована таким образом, что волны, которые не могут быть преобразованы с помощью PV панели, просто не пройдут сквозь пленку, что приводит к удалению нежелательных волн. Охлаждение для такой технологии также не требуется [12].

ИСТОЧНИКИ

1. Лягина, Л.А. Инфракрасно-конвективная сушка растительного сырья / Л.А. Лягина, В.С. Еремин, О.А. Рыбаков. – В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. – Материалы V Междунар. науч.-практ. конференции. под ред. В.А. Трушкина, 2014.–С.217-219.

2. Любайкин, С.Н. Совершенствование способа сушки продуктов растительного происхождения / С.Н. Любайкин, Л.А. Лягина. – Аграрный научный журнал, № 5, 2010. – С.37-39.

3. Моисеев, А.П. Совершенствование электрического преобразователя электромагнитного привода кормораздаточного транспортера / А.П. Моисеев, А.В. Волгин, В.А. Каргин. – Известия Международной академии аграрного образования, 2016. № 31. – С.41-43.

4. Каргин, В.А. Использование линейного электромагнитного двигателя для упаковки сельскохозяйственной продукции / В.А. Каргин, К.М. Усанов, А.В. Ивченко, С.А. Ивженко. – Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2012, №1. – С.22-23.

5. Усанов, К.М. Импульсная система с линейным электромагнитным двигателем для интенсификации разгрузки бункеров / К.М. Усанов, А.В. Волгин, В.А. Каргин. – Научное обозрение, 2012, №6. – С.255-257.

6. Лягина, Л.А. Инфракрасно-конвективный теплообмен растительного сырья / Л.А. Лягина, В.С. Еремин, О.А. Рыбаков. – В сб. «Актуальные проблемы энергетики АПК» Материалы V Междунар. научно-практ. конф. Под редакцией В.А.Трушкина, 2014. –219-220с.

7. Четвериков, Е.А. Микроволновое и инфракрасное излучение в технологиях сушки продукции растительного происхождения: монография / Е.А. Четвериков, Л.А. Лягина, А.П. Моисеев. – Саратов: Амирит, 2016.–С.186.

8. Усанов, К.М. Импульсные электромагнитные двигатели в приводе оборудования пищевого производства / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко, С.М. Зубарев. – В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства, материалы Междунар. научно-практ. конф., 2010. – С.228-231.

9. Муравлев, И. О. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Учебное пособие. / И. О. Муравлев, И. А. Плотников. Томск: Томский политехнический университет.– 2015.

10. Безруких, П.П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России: / П.П. Безруких, Я.Д. Арбузов. – Санкт-Петербург: Наука.– 2002.

11. Лягина, Л.А. Классификация способов умягчения воды./ Л.А. Лягина, Д.А. Мухамбетов// Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., «Актуальные проблемы энергетики АПК», 2016. – С. 122-123.

12. Studenov, U. Effektivnost ispolzovaniya solnechnykh trekerov (system sorientatsii solnechnykh batarey). Available at: <http://ust.su/solar/media/section-inner79/11275/> [Accessed: December 5, 2015]

УДК 631.3

A.Kh. Massad¹, В.А. Каргин², А.П. Моисеев², С.А. Иванов²

¹Head of Electrical and Mechanical Engineering Department at An-Najah Univer-sity, in Palestine.

²Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ШПРИЦЕВАТЕЛЯ КОЛБАСНОГО ФАРША

Аннотация. В настоящей статье предложен подход к реализации автоматической коррекции выходного усилия двигателя для достижения плавности хода якоря ЛЭМД и обеспечения заданных выходных параметров электромагнитного шприцевателя.

Ключевые слова: электромагнитные приводы, электрические преобразователи, программируемые логические контроллеры, автоматизированные системы управления, линейные электромагнитные двигатели, шприцеватели колбасного фарша.

Одним из основных условий для решения проблем обеспечения качественной сельскохозяйственной продукцией является внедрение новых и совершенствование имеющихся технических средств. В частности, применяющиеся в настоящее время в

небольших мясоперерабатывающих цехах технологическое оборудование, зачастую не отвечает современным требованиям. Так, например, для процессов принудительного наполнения колбасных оболочек фаршем, используются пневматические,

гидравлические устройства с линейным перемещением рабочего органа, для которых характерно многоступенчатое преобразование энергии, относительно высокая цена оборудования, высокая квалификация обслуживающего персонала и т.д. [1,2].

Перспективным направлением в разработке машин для шприцевания колбасного фарша является использование импульсного силового электрического привода, имеющего в основе двигатель с линейной траекторией движения рабочего органа [3]. При этом применение линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД) является предпочтительным за счет простоты конструкции, малых габаритов, надежности в работе, определяемой отсутствием обмоток возбуждения, относительно высоких удельных показателей [3-6].

Для поддержания выходных параметров электромагнитного шприца с ЛЭМД (давления,

скорость движения фаршевого поршня) необходимо обеспечить варьирование выходного усилия F_T , которое может достигаться воздействием на продолжительность энергопотребления (рабочего цикла $t_{ц}$) либо на величину поступающего в обмотку ЛЭМД мощности P изменением подаваемого напряжения u при заданных свойствах обмотки [3]. В большинстве известных электромеханических импульсных системах с ЛЭМД, питаемых от источников переменного тока, регулирование выходного тягового усилия F_m обеспечивается изменением длительности питающего импульса напряжения, которая выполняется, например, ручной настройкой параметров времязадающей RC-цепи [3,7]. Уровень напряжения питающего импульса не регулируется и ограничен значениями линейного или фазного напряжения источника питания [8,9].

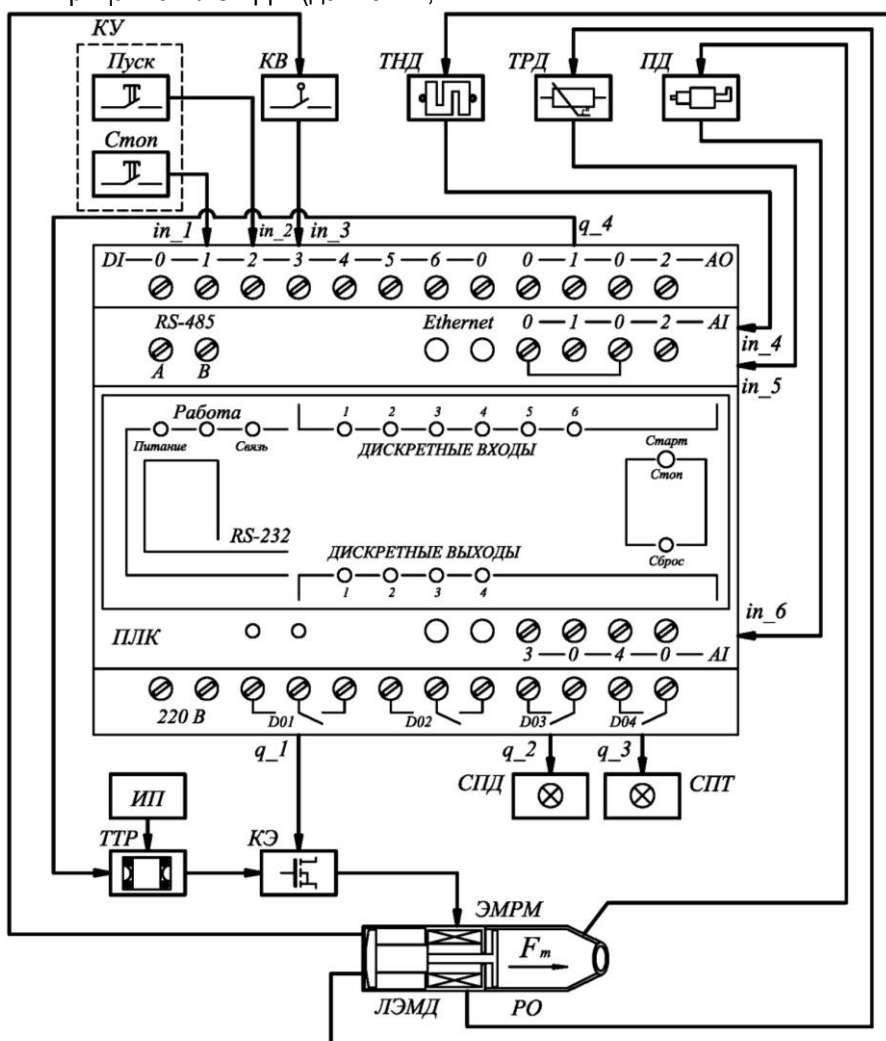


Рисунок 1 – Система автоматического управления плавным ходом якоря ЛЭМД

В настоящей статье предложен подход к реализации автоматической коррекции выходного усилия F_T двигателя для достижения плавности хода якоря ЛЭМД и обеспечения заданных выходных параметров электромагнитного шприцевателя.

Функциональная схема электрического преобразователя с программируемым логическим контроллером представлена на рис.1 [10-11].

Питание электромагнитной рабочей машины ЭМРМ осуществляется от источника питания ИП через твердотельное реле ТТР (рис.1). Дискретная подача электроэнергии обеспечивается

коммутационным элементом КЭ, включение и отключение которого увязывается с предельным положением якоря и кнопками управления КУ [1].

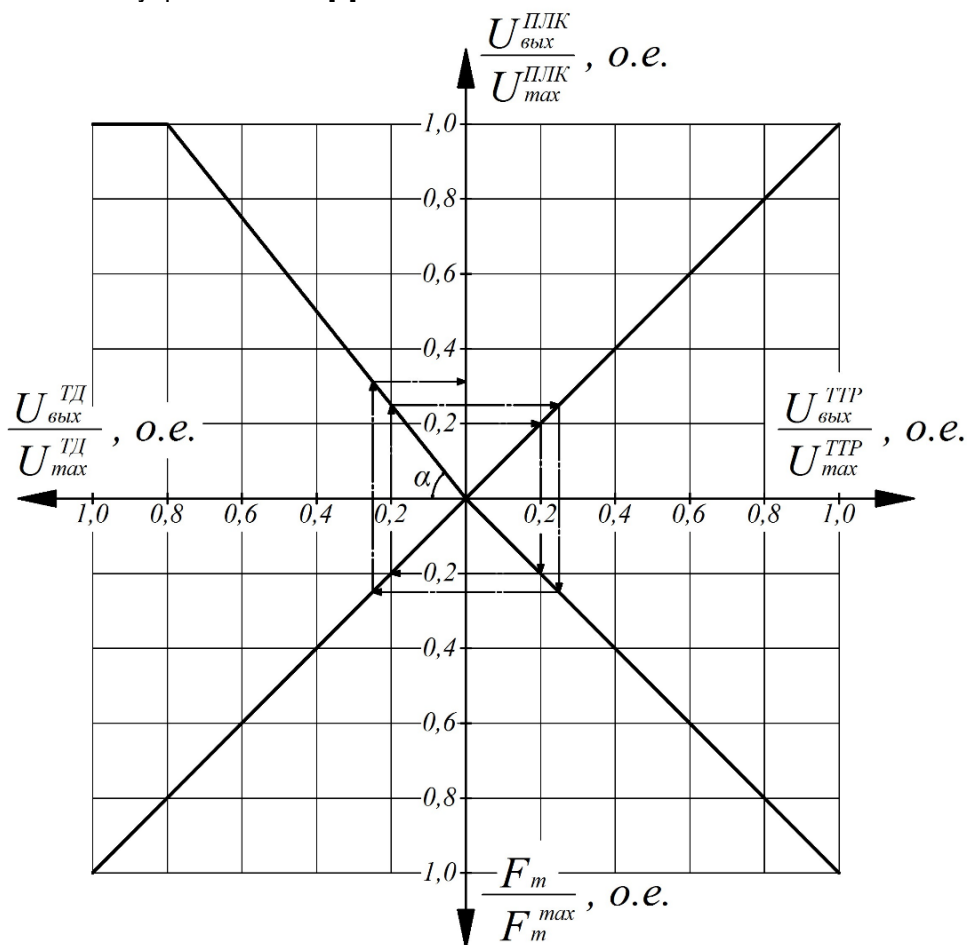


Рисунок 2 – Номограмма, описывающая принцип работы системы с автокоррекцией выходного тягового усилия

Автоматическая коррекция выходного тягового усилия F_T обеспечивается плавным варьированием напряжения на обмотке двигателя посредством изменения управляющего напряжения на твердотельном реле ТТР.

На рис.2 показана номограмма, описывающая принцип работы системы с автокоррекцией выходного тягового усилия F_T . В начальный момент времени напряжение, подаваемое на обмотку ЛЭМД через твердотельное реле ТТР с управлением от программируемого логического контроллера ПЛК, составляет $U_{\text{вых}}^{\text{ТПР}} = 0,2 U_{\text{max}}^{\text{ТПР}}$ (рис.2). Якорь двигателя с рабочим органом РО – поршнем – под действием электромагнитной силы начинает плавное движение, одновременно сжимая тензодатчик ТНД (рис.1). Преобразованное значение F_T в изменение напряжения $U_{\text{вых}}^{\text{ТД}}$ элемента обратной связи – тензодатчика ТД – подается на аналоговый вход ПЛК, где в соответствии с программой формируется выходной аналоговый сигнал напряжения $U_{\text{вых}}^{\text{ПЛК}}$ управления твердотельным реле ТТР (пунктирная линия рис.2). Напряжение на обмотке повышается,

увеличивая значение выходного тягового усилия F_T до тех пор, пока РО не начнет движение [1].

Таким образом, на обмотку ЛЭМД подается напряжение, при котором обеспечивается необходимое усилие для перемещения транспортера и достигается плавность хода якоря ЛЭМД. Программирование ПЛК осуществляется в среде CoDeSys с помощью стандартной библиотеки функциональных блоков [12,13].

ИСТОЧНИКИ

1. Усанов, К.М. Классификация и анализ устройств для принудительного наполнения фаршем колбасных оболочек / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев // В сборнике: Технология и продукты здорового питания, материалы III Международной научно-практической конференции, 2009. – С. 148-152.
2. Усанов, К.М. Перспективы применения импульсных электромагнитных машин в приводе оборудования для вязки колбасных изделий / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко // В сборнике: Технология и продукты здорового питания, материалы III Международной научно-практической конференции, 2009. – С. 152-156.
3. Усанов, К.М. Линейные электромагнитные двигатели и приводы в импульсных процессах и технологиях: монография / К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин, А.В. Волгин. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 202 с.
4. Усанов, К.М. Динамическая эффективность однообмоточных электромагнитных ударных машин с

различными рабочими циклами / К.М. Усанов, В.А. Каргин, И.В. Трубенкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2010. №12 (74). – С.67-70.

5. Усанов, К.М. Импульсные электромагнитные двигатели в приводе в приводе оборудования пищевого производства / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // Научное обеспечение агропромышленного производства: Материалы Межд. науч.-практ. конф. – Курск: Изд-во Курск.гос.с.-х.ак., 2010. – С.228-231.

6. Волгин, А.В. Импульсная система с линейным электромагнитным двигателем для интенсификации разгрузки бункеров / А.В. Волгин, К.М. Усанов, В.А. Каргин // Научное обозрение, 2012. № 6. – С.255-257.

7. Усанов, К.М. Линейный импульсный электромагнитный привод машин с автономным питанием: монография / К.М. Усанов, Г.Г. Угаров, В.И. Мошкин. – Курган: Изд-во Курганского гос.университета, 2006. – 284 с.

8. Марадудин, А.М. Оценка эффективности охлаждения линейных электромагнитных двигателей импульсных машин / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, Д.П. Щербаков // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VI Международной научно-практической конференции, 2015. – 157-160.

9. Каргин, В.А. Методы расчета тепловых и гидравлических процессов в ЛЭМД импульсных машин / В.А. Каргин, А.М. Марадудин, Д.П. Щербаков // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VI Международной научно-практической конференции, 2015. – 75-78.

10. Каргин, В.А. Электрический преобразователь с автоподстройкой выходного усилия электромагнитного формователя колбасных изделий / В.А. Каргин, А.В. Волгин, А.П. Моисеев, О.В. Логачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. №2 (160). – С.176-180.

11. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова // Известия Международной академии аграрного образования, № 37, 2017. – С.15-18.

12. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. В.П. Дьяконова. –М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

13. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. – редакция RU 2.4, для CoDeSys v2.3.6.x.

УДК.631

Н.А. Мазуха, Д.Н. Афоничев

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУЛЬТА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

На практике иногда в цехе инкубации птицефабрики при большом числе инкубаторов требуется определить наиболее удобное для дежурных операторов место установки пульта дистанционного контроля технологических параметров инкубаторов.

Пусть известна планировка расположения инкубаторов в цехе инкубации птицефабрики (см. рис.1). Цех состоит из инкубационного отделения и выводного отделения. Требуется определить в цехе то место установки пульта, от которого расстояние до каждого инкубатора было бы наименьшим. При такой постановке задачи сумма квадратов расстояний от пульта до каждого инкубатора должна быть наименьшей [1, 2].

Если положение пульта дистанционного контроля инкубаторов определить координатами $(x; y)$, а положение инкубаторов - координатами $(x_1; y_1)$, $(x_2; y_2)$, $(x_3; y_3)$, ..., $(x_n; y_n)$, то, используя метод наименьших квадратов, можно показать, что координаты точки $(x; y)$, для которой значение

$$\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2$$

будет наименьшим, определяются по формуле

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad (1)$$

где x и x_i - это соответственно расстояния от центра пульта и от центра i -го инкубатора до левой стены зала относительно входа в инкубационное отделение, а y и y_i - аналогичные расстояния до стены со входом в инкубационное отделение (см. рис.).

Так как цех инкубации состоит из двух залов (отделений) и из одного зала можно попасть в другой через проходы А и В (см. рис.), то к системе точек A_1, A_2, \dots, A_n , определяющих положение инкубаторов, добавим ещё две точки $A(x_A; y_A)$ и $B(x_B; y_B)$, соответствующие серединам проходов А и В.

Названную систему точек разобьём на две группы. Точки A_1, A_2, \dots, A_{33} , соответствующие инкубаторам первого зала, и точки А и В отнесём к первой группе, а точки $A_{34}, A_{35}, \dots, A_{51}$, соответствующие инкубаторам второго зала, и точки А и В отнесём ко второй группе (точки А и В отнесены как к первой, так и ко второй группе).

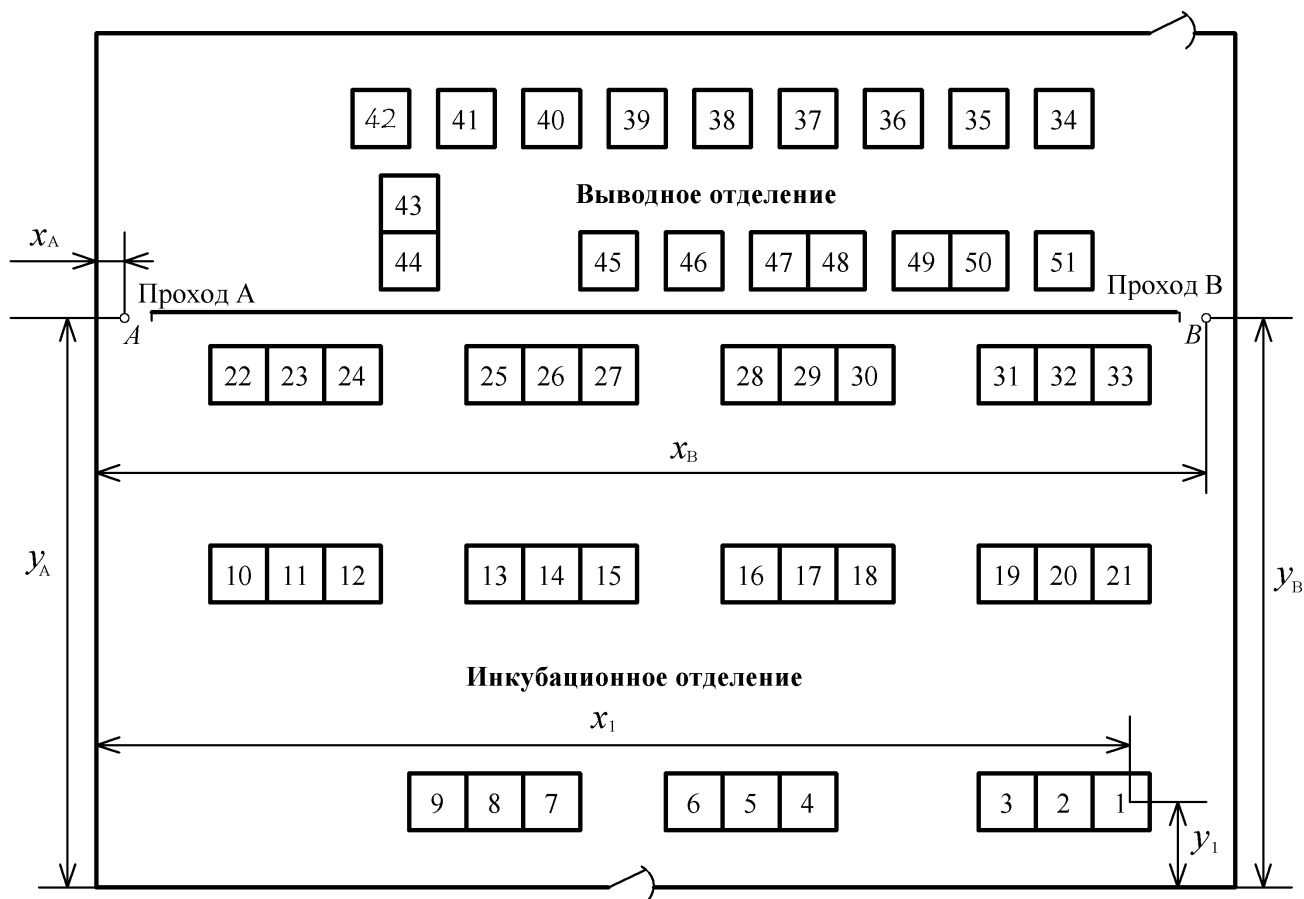


Рисунок 1. Расположение инкубаторов на плане цеха

Будем искать точку $M_1(x; y)$, соответствующую положению пульта в первом зале, как точку, дающую наименьшее значение суммы квадратов расстояний от неё до всех точек первой группы.

Её координаты можно найти по формулам (1), т.е.

$$x_{M_1} = \frac{\sum_{i=1}^{33} x_i + x_A + x_B}{33 + 2}; y_{M_1} = \frac{\sum_{i=1}^{33} y_i + y_A + y_B}{35}$$

Аналогично можно определить координаты точки $M_2(x; y)$, соответствующей положению пульта во втором зале, как точку, дающую наименьшее значение суммы квадратов расстояний от неё до всех точек второй группы, т.е.

$$x_{M_2} = \frac{\sum_{i=34}^{51} x_i + x_A + x_B}{18 + 2}; y_{M_2} = \frac{\sum_{i=34}^{51} y_i + y_A + y_B}{18 + 2}$$

После этого можно найти координаты точек M_1 и M_2 .

Затем путем сравнения результатов расчета по двум ниже приведённым формулам (2) и (3)

$$(M_1 \cdot A_1)^2 + (M_1 \cdot A_2)^2 + \dots + (M_1 \cdot A_{33})^2 + (M_1 \cdot A)^2 + (M_1 \cdot B)^2 + \sum_{i=34}^{51} (A \cdot A_i)^2 + \sum_{i=34}^{51} (B \cdot A_i)^2 \quad (2)$$

$$(M_2 \cdot A_{34})^2 + (M_2 \cdot A_{35})^2 + \dots + (M_2 \cdot A_{51})^2 + (M_2 \cdot A)^2 + (M_2 \cdot B)^2 + \sum_{i=1}^{33} (A \cdot A_i)^2 + \sum_{i=1}^{33} (B \cdot A_i)^2 \quad (3)$$

можно выбрать из двух точек M_1 и M_2 ту точку, для которой соответствующая сумма имеет меньшее значение.

Авторы понимают, что предложенный путь не является самым идеальным, но он был частично использован в ходе выполнения хозяйственной работы при определении места монтируемого пульта на птицефабрике «Россошанская» в Россошанском районе Воронежской области.

ИСТОЧНИКИ

1. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю. В. Линник. - М.: Физматгиз, 1958. - 336 с.
2. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул: учеб. пособие для вузов / Е. Н. Львовский. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОУСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация. В статье на основе анализа средних скоростей ветра в Поволжском регионе приведены результаты расчетов прогнозируемой выработки электроэнергии ветроэнергетической установки малой мощности. Даны рекомендации по выбору соотношения постоянных и переменных потерь в генераторе для повышения его энергоэффективности.

Ключевые слова: ветрогенераторная установка, синхронный генератор, постоянные магниты, энергоэффективность.

Развитие альтернативной энергетики, основанной на использовании энергии возобновляемых источников, в частности ветроэнергетических установок (ВЭУ), – приоритетная задача энергообеспечения объектов АПК. Одной из важнейших проблем при этом, является проблема повышения энергоэффективности ВЭУ[1]. Для расчета энергетической эффективности генератора ВЭУ необходимо знать зависимости мощности ветроколеса в функции от скорости ветра. Эти зависимости для каждого типа ветроустановок индивидуальны. Для класса мощностей от 1-30 кВт и частот вращения 25 – 350 об/мин оптимальным признается синхронный генератор с многополюсной системой возбуждения от постоянных магнитов. Многополюсный низкоскоростной генератор наилучшим образом согласуется с ветроколесом имеющим вертикальную ось вращения (ротор Дарье). Такая конструкция позволяет располагать генераторную часть на поверхности земли, что

существенно упрощает доступ к ней при монтаже, обслуживании и ремонте. Исследования, проведенные авторами совместно со специалистами НПО «Шторм» (г. Самара), позволили получить энергетические характеристики нескольких типов ВЭУ малой мощности. На рис. 1 приведены эти характеристики для ВЭУ2000, совмещенные с графиком распределения плотности вероятностей средней силы ветра для степных районов Самарской и Саратовской областей [2].

Вероятностные периоды времени в течении года соответствующие интервалам скорости ветра T_1 – T_4 , будут определяться интегралами вида

$$T_i = \int_{v_{i-1}}^{v_i} p(v) \cdot dv = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_v} \int_{v_{i-1}}^{v_i} e^{-\frac{(v-m_v)^2}{2\sigma_v^2}} \cdot dv. (1)$$

Геометрической интерпретацией интеграла (1) является площадь криволинейной трапеции, ограниченной кривой $p(v)$ на интервале $[v_{i-1}, v_i]$.

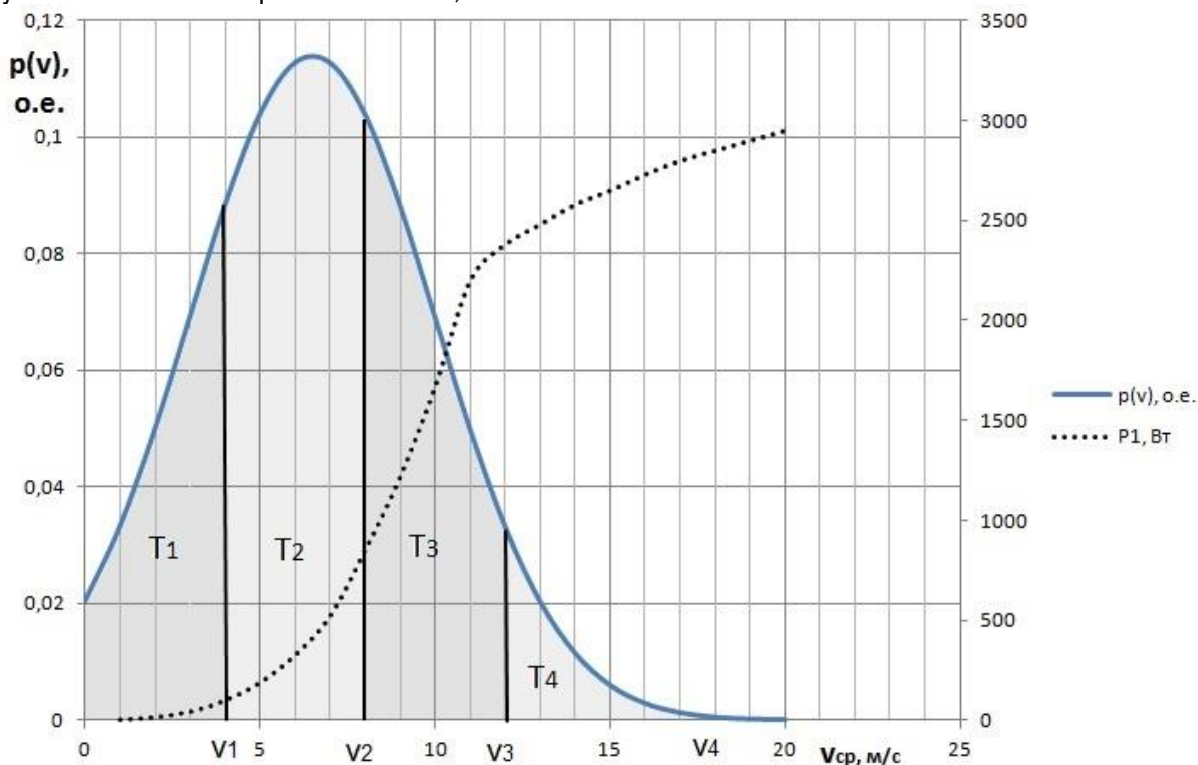


Рисунок 1 – Зависимость мощности ВЭУ 2000 от скорости ветра и плотности вероятности по интервалам интенсивности ветра.

Результаты вычисления определенных интегралов (1) сведены в таблицу 1.

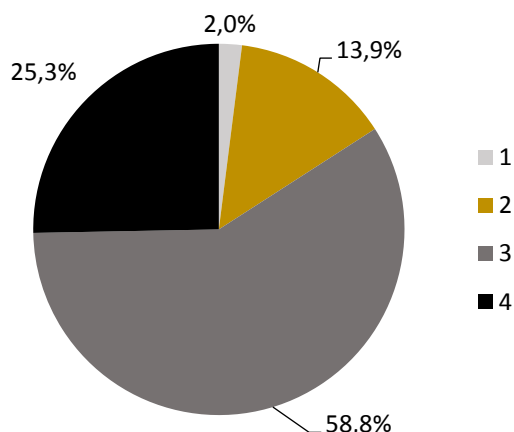
Таблица 1 – Вероятностные периоды средней скорости ветра и соответствующей мощности и выработанной энергии

№ интервала, i	$v_{ср}$, м/с	T_i , о.е.	$P_{срi}$, Вт	\mathcal{E}_i , кВт час	\mathcal{E}_i , %
1	0-4	0,22	80	154,2	2,0
2	4-8	0,41	300	1077	13,9
3	8-12	0,29	1800	4573	58,8
4	>12	0,08	2800	1962	25,3
Σ	-	1,00	-	7766	100,0

Вероятностные значения энергии, выработанной ВЭУ за каждый период времени в течении года, были рассчитаны по выражению (2)

$$\mathcal{E}_i = \int_{T_{i-1}}^{T_i} P_1 \cdot dt \approx P_{1ср.i} \cdot (t_i - t_{i-1}), \text{ Дж.} \quad (2)$$

На рис.3 представлена диаграмма вероятностных объёмов энергии, по каждому интервалу средних скоростей ветра.



УДК 621.382

В.А. Максютя

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, магистрант

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Аннотация: В данной статье рассматривается проблемы сельскохозяйственных объектов, отдалённых от сетей центрального электроснабжения. Также приставлены несколько решения по электроснабжению альтернативными источниками энергии и сроки окупаемости.

Ключевые слова: солнечные панели; ветрогенератор; автономное электроснабжение; экологичность.

Ежегодно проблемы экологичности производства электрической энергии встают на первый план, так как традиционные методы получения электроэнергии

Рисунок 2 – Диаграмма расчетной выработки электроэнергии ВЭУ в зависимости от средней скорости ветра.

1 – $v_{ср} = 0-4$ м/с; 2 – $v_{ср} = 4-8$ м/с; 3 – $v_{ср} = 8-12$ м/с; 4 – $v_{ср} >12$ м/с

Из анализа приведенных диаграмм следует, что более половины расчетной выработки электроэнергии (58,8%) ВЭУ дает при скорости ветра от 8 до 12 м/с, и еще 25,3% при $v >12$ м/с (сумма 84,1%). Несмотря на то, что умеренные ветры дуют 41% по времени за год, выработка электроэнергии ВЭУ при такой скорости ветра не превышает 14% от годовой. Поэтому очевидно, что для повышения энергоэффективности генератора при его проектировании необходимо минимизировать потери в режимах работы при частоте вращения, соответствующей скорости ветра, превышающей 8 м/с и полной электрической нагрузке. Это означает, что точку максимума КПД нужно «сдвинуть» в сторону перегрузки генератора и больших частот вращения.

ИСТОЧНИКИ

1. Дж. Твайделл, А. Уэйр. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990
2. Соломин Е.В. Ветроэнергетические установки ГРЦ-Вертикаль // Альтернативная энергетика и экология, 2010 № 1.С. 10-15

энергии, являющейся экологически безопасной и относительно безвредной для окружающей среды.

В настоящее время около 70 % территории России не охвачено сетями централизованного электроснабжения. Есть такие зоны и в Саратовской области. Многие из этих потребителей находятся на существенном удалении от систем централизованного электроснабжения.

Для построения децентрализованных систем электроснабжения используются автономные источники электропитания, работающие на органическом топливе, наиболее распространёнными и универсальными из которых являются дизельные электростанции (ДЭС). Анализ карт ветров и солнечной инсоляции Саратовской области показывает, что альтернативой использованию ДЭС является применение возобновляемых источников

электрической энергии, за счет включения в схему электроснабжения потребителей в качестве основного или дополнительного источника питания собственной фотоэлектрической и ветроэлектрической электростанции (ФЭС и ВЭС) [1]. При этом для повышения топливной эффективности ДЭС в состав комплекса необходимо включить аккумуляторные батареи и батареи конденсаторов [2].

В предлагаемой схеме автономного электроснабжения необходимое количество ВЭУ, ФЭС и ДЭС определяется необходимой степенью надежности электроснабжения и числом установленной мощности.

Для автономного электроснабжения фермы КРС мощностью до 100 кВт, рекомендуются следующие варианты комбинаций параметров системы:

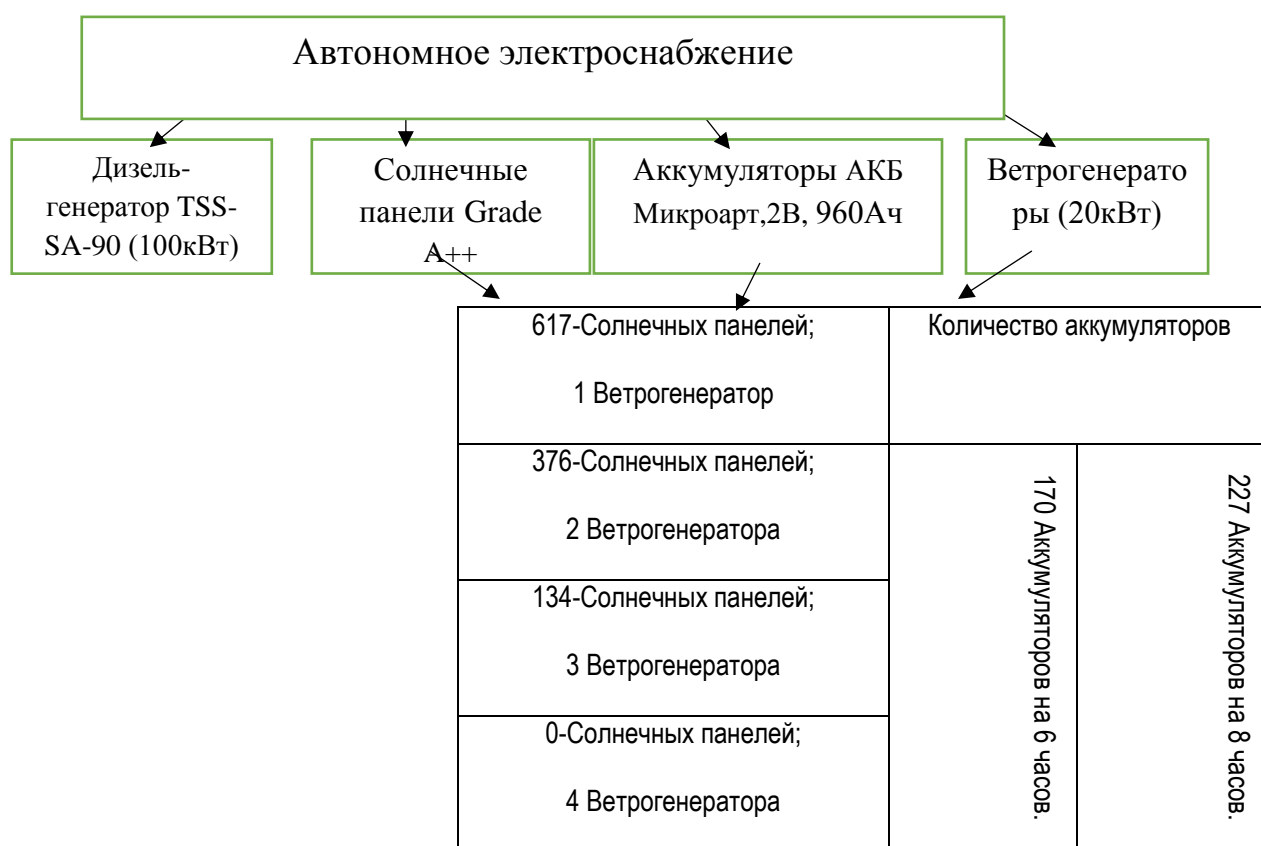


Рисунок 1 – Схема автономного электроснабжения

Выделены три варианта конфигурации автономной системы электроснабжения на основе ВИЭ:

- 1 вариант: 1 ветрогенератор+617 солнечных панелей+АКБ+дизель-генератор;
- 2 вариант: 2 ветрогенератора+376 солнечных панелей+АКБ+дизель-генератор;
- 3 вариант: 3 ветрогенератора+134 солнечных панелей+АКБ+дизель-генератор.

Определим экономическую эффективность трех вариантов автономного электроснабжения и построим график (рис. 2, 3).

Экономическая эффективность автономного электроснабжения появляется только при удаленности фермы от централизованного электроснабжения на расстоянии 20 км и более. При L=20 км и более, наиболее эффективным является 3 вариант автономного электроснабжения; при L=30км и более – 1 вариант. При L менее 20 км – наиболее выгодным является централизованное электроснабжение.

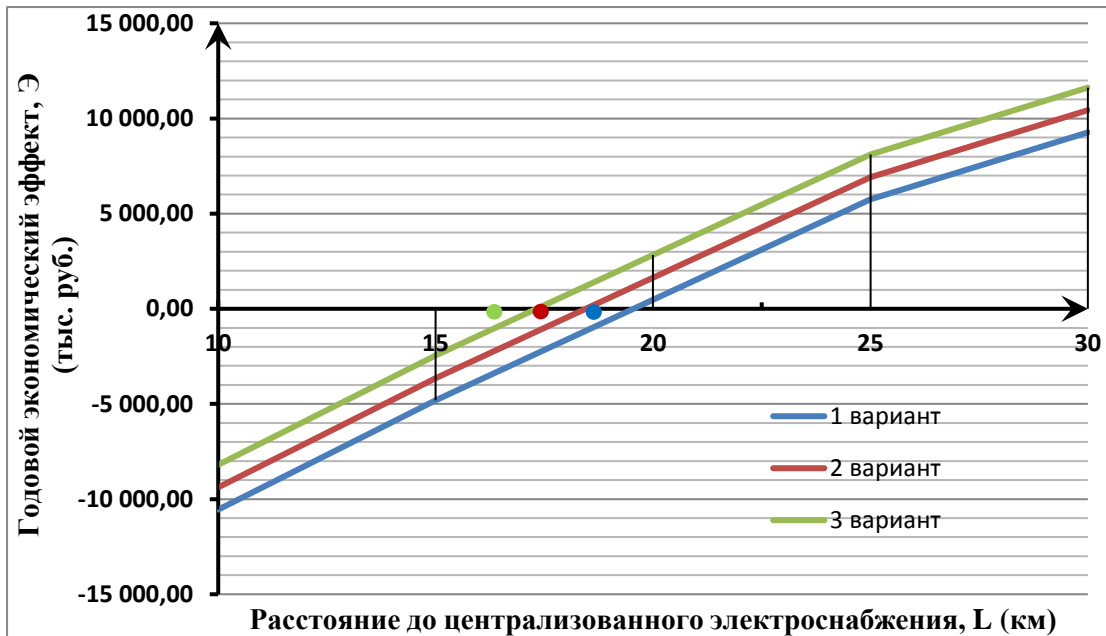


Рисунок 2 - Зависимость годового экономического эффекта от удаленности от централизованной системы электроснабжения

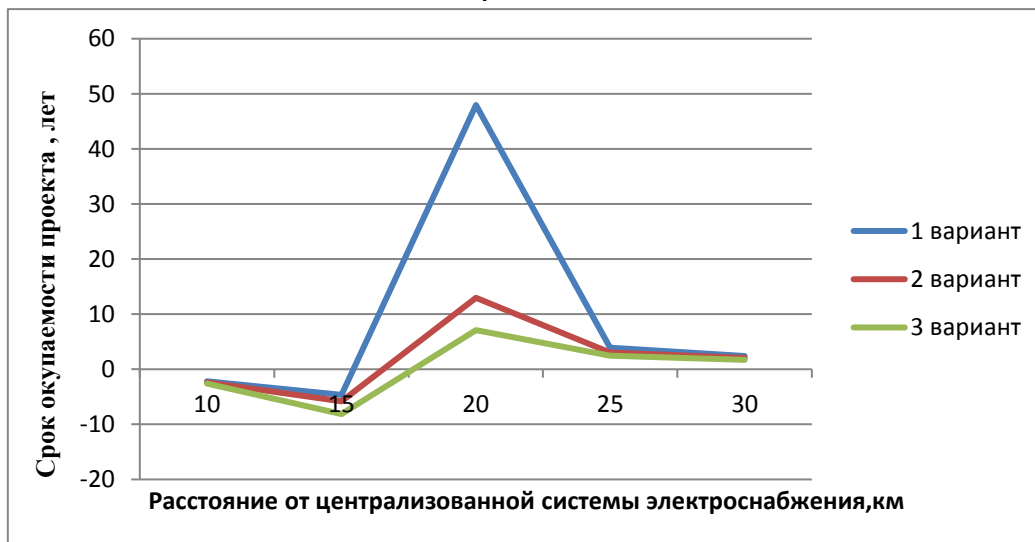


Рисунок 3- Зависимость срока окупаемости от удаленности от централизованной системы электроснабжения

Срок окупаемости автономного электроснабжения фермы установленной мощностью 80 кВт составил:

- при удаленности 20 км – 3 вариант-7 лет;
- при удаленности 25 км – все три варианта окупаются – 2-4 года;
- при удаленности 30 км - за 2 года.

Чем дальше находится объект от централизованного электроснабжения, тем быстрее окупятся капиталовложения.

ИСТОЧНИКИ

1. Конфигурация автономного гибридного электротехнического комплекса с использованием возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]: А.А. Бельский – статья. - Современная техника и технологии. -

2014. - № 5. - URL: <http://technology.snauka.ru/2014/05/3649> (дата обращения: 01.10.2017).

2. Исследование потенциала энергии ветра в арочных проемах зданий и сооружений. / В.А. Трушкин, М.А. Левин, Ю.В. Иванкина, Р.С. Подшивалов // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 8. - С. 58-60.

3. Трушкин, В.А. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации. / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал. – 2015. - № 5. - С. 55-58.

4. Иванкина, Ю.В. Повышение надежности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве. / Ю.В. Иванкина, М.А. Левин, Д.Д. Акишин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А. - 2017. С. 93-96.

МЕТОДИКА ПОДБОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЛЭМД

Аннотация В статье приведена методика подбора системы охлаждения линейного электромагнитного двигателя на основании теоретически рассчитанных потерь мощности в его обмотке.

Ключевые слова: линейные электромагнитные двигатели, система охлаждения, методика, теплопередача.

Одним из важных направлений совершенствования ЛЭМД является увеличение его производительности, значительное снижение которой в ряде случаев обусловлено перегревом двигателя [7]. Как известно [1], значительная часть всех потерь энергии электромагнитного двигателя приходится на обмотку, что при интенсивной работе и высоких значениях тока приводит к его перегреву.

Обеспечение и поддержание определенного температурного режима ЛЭМД импульсных машин возможно за счет эффективной организации их охлаждения путем обеспечения рационального сочетания источников тепловыделения и стоков теплоты [1].

Для того, чтобы оценить необходимость и возможность использования той или иной системы охлаждения на выбранном линейном электромагнитном двигателе, требуется определить величину потерь мощности в обмотке ΔP на основании опытных данных или теоретически по формуле [6]:

$$\Delta P = R \left(\sqrt{\frac{1}{t_{px}} \int_0^{t_{px}} i^2(t) dt} \right)^2, \quad (1)$$

где R – сопротивление обмотки; i – ток в обмотке рабочего хода якоря; t_{px} – время рабочего хода.

Затем сравнив полученную величину с потерями мощности $P_{отв}$, которые можно отвести при помощи той или иной системы охлаждения, делается вывод об их необходимости и возможности использования.

Очевидно, что обе величины ΔP и $P_{отв}$ будут во многом зависеть от технологических, режимных и конструктивных параметров ЛЭМД, поэтому расчет по предлагаемой методике необходимо вести для каждого конкретного линейного электромагнитного двигателя в отдельности.

В качестве примера использования предлагаемой методики подберем систему охлаждения ЛЭМД ударной машины для погружения стержневых элементов в грунт [7].

В качестве возможных вариантов рассмотрим три способа, теоретически описанных нами ранее [1-6]:

оребрение корпуса, самовентиляция и принудительная вентиляция. Для сравнения также найдем величину потерь мощности, отводимую без использования какой-либо системы охлаждения. Все необходимые данные касательно режимных и конструктивных параметров ЛЭМД возьмем из монографии [7].

Мощность $P_{отв1}$, которая отводится без использования дополнительных систем охлаждения, предлагается рассчитать по формуле [3]:

$$P_{отв1} = 2\theta_{max} \alpha \pi R_3 (h + R_3) k_F. \quad (2)$$

где θ_{max} – максимально допустимое превышение температуры активных частей электродвигателя; α – коэффициент теплообмена; R_3 и h – внешний радиус и высота электродвигателя соответственно; k_F – коэффициент оребрения (для неоребренной поверхности $k_F = 1$).

$$P_{отв1} = 2\theta_{max} \alpha \pi R_3 (h + R_3) = 2 \cdot 10 \cdot 5,9 \cdot 3,14 \cdot 0,064 \cdot$$

Мощность $P_{отв2}$, отводимая при помощи оребрения боковой поверхности корпуса, может быть найдена также по выражению (2).

$$P_{отв2} = 2\theta_{max} \alpha \pi R_3 (h + R_3) k_F = 2 \cdot 10 \cdot 5,9 \cdot 3,14 \cdot 0,064 \cdot$$

Мощность $P_{отв3}$, которая может быть отведена при помощи самовентиляции, определим по выражению [4]:

$$P_{отв3} = c\rho\theta_{max} \sqrt{\frac{4F_{я}}{z_m \pi (d_1^2 - d_2^2)}}, \quad (3)$$

где c – удельная теплоемкость охлаждающего газа; ρ – плотность газа; θ_{max} – допустимое превышение температуры охлаждающего газа для данного класса нагревостойкости изоляции машины; z_m – суммарное гидравлическое сопротивление машины; $F_{я}$ – продольное усилие, с которым якорь воздействует на рабочий орган во время своего рабочего хода; d_1 – внутренний диаметр статора в надобмоточном пространстве; d_2 – диаметр якоря.

Для этого сперва найдем общее гидравлическое сопротивление вентиляционного тракта ЛЭМД по формуле, приведенной в статье [4].

$$z_M = \frac{\rho}{2} \cdot \left\{ \frac{\xi_c \delta}{F_1^2 d_{r,c}} + \frac{1}{n^2} \left[\frac{1}{2F_2^2} \left(1 - \frac{F_2}{F_1} \right) + \frac{\xi_k l_k}{F_2^2 d_{r,k}} + \frac{1}{F_2^2} \left(1 - \frac{F_2}{F_3} \right)^2 + \frac{\zeta_B}{F_3^2} \right] \right\} =$$

$$= \frac{1,128}{2} \left\{ \frac{0,124 \cdot 1,128 \cdot 0,07}{2 \cdot 0,00548^2 \cdot 0,045} + \frac{1}{36} \left[\frac{1}{2 \cdot 0,000147^2} \left(1 - \frac{0,000147}{0,005475} \right) + \frac{2,564 \cdot 0,125}{0,000147^2 \cdot 0,0039} + \frac{1}{0,000147^2} \left(1 - \frac{0,000147}{0,000147} \right)^2 + \frac{1}{0,000147^2} \right] \right\} =$$

$$= 60664409,84 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{М}^8.$$

$$P_{отв3} = c\rho\theta_{\max} \sqrt{\frac{4F_y}{z_M \pi (d_1^2 - d_2^2)}} = 1008 \cdot 1,128 \cdot 20 \sqrt{\frac{4 \cdot 33}{60664409,84 \cdot 3,14(0,1^2 - 0,055^2)}} =$$

$$= 226,66 \text{ Вт}.$$

Мощность $P_{отв4}$, отводимую при помощи принудительной вентиляции, рассчитаем с учетом данных подобранного вентилятора по формуле [5]:

$$P_{отв} = Q \cdot c \cdot \rho \cdot \theta_{\max} \quad (4)$$

Примем вентилятор марки Noiseblocker NB-Multiframe MF12-P-PWM (расход охлаждающего газа $Q = 73-133 \text{ м}^3/\text{ч}$; статическое давление: $2,838 \text{ ммН}_2\text{О} \approx 27,83 \text{ Па}$).

$$P_{отв4} = Q \cdot c \cdot \rho \cdot \theta_{\max} = 80 \cdot 10^{-3} \cdot 1008 \cdot 1,128 \cdot 20 = 1819,238 \text{ Вт} \approx 1,82 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

Для более наглядного отображения полученных результатов, сведем данные расчетов в единый график (рисунок 1).

Анализ графика на рисунке 1 показывает, что при помощи оребрения боковой поверхности корпуса ЛЭМД отводится небольшое по сравнению с контролем количество теплоты. Значение $P_{отв3}$ самовентилиации превышает контрольные значения приблизительно в 31 раз. Принудительная вентиляция является самым эффективным способом охлаждения, позволяя отвести теплоты на три порядка больше контрольных показателей.



Рисунок 1. Результаты расчетов отводимой мощности различными системами охлаждения

С другой стороны, целесообразность использования той или иной системы охлаждения обусловлена экономическими затратами на ее изготовление, установку и эксплуатацию. Экономические показатели зависят от конструктивных и режимных параметров ЛЭМД и должны подсчитываться для каждого электромагнитного двигателя в отдельности.

В первом приближении оценить экономическую целесообразность использования системы охлаждения можно при помощи критерия, описанного ранее в статье [2] «обобщенного критерия» экономичности охлаждения машины $K_{э} = k_{э,э} \cdot k_{э,м}$. Согласно данному критерию, наиболее экономичным из рассматриваемых способов является интенсификация охлаждения линейного электродвигателя путем оребрения боковой поверхности его корпуса, затем идет самовентилиация, а за ней принудительная вентиляция.

С учетом экономических показателей рекомендации по использованию различных систем охлаждения на выбранном линейном электромагнитном двигателе будут выглядеть следующим образом (рисунок 2).

Таким образом, определив величину потерь мощности в обмотке ΔP , в соответствии с представленными на рисунке 2 рекомендациями, мы можем сделать вывод о необходимости и возможности использования различных систем охлаждения выбранного ЛЭМД ударной машины для погружения стержневых элементов в грунт.

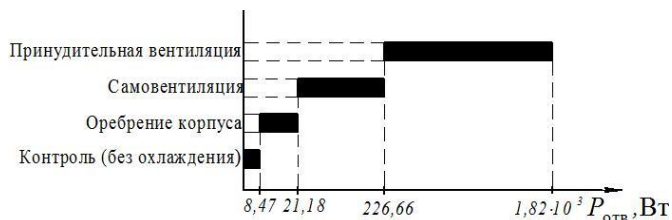


Рисунок 2. Рекомендации по использованию различных систем охлаждения на выбранном ЛЭМД

На основании вышеприведенного примера расчета мощности, которая может быть отведена от источника тепловыделения различными способами, можно сделать вывод о том, что предлагаемая методика позволяет подобрать необходимую систему охлаждения линейного электромагнитного двигателя с обоснованием конструктивных и режимных параметров для снижения нагрева, тем самым способствуя совершенствованию приводов с ЛЭМД.

ИСТОЧНИКИ

1. Каргин, В.А. Методы расчета тепловых и гидравлических процессов в ЛЭМД импульсных машин / В.А. Каргин, А.М. Марадудин, Д.П. Щербаков // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VI международной научно-практической конференции – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С. 75-78.

2. Марадудин, А.М. Оценка эффективности охлаждения линейных электромагнитных двигателей импульсных машин /

А.М. Марадудин, В.А. Каргин, Д.П. Щербаков // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VI международной научно-практической конференции – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С. 157-160.

3. Марадудин, А.М. Оценка эффективности использования оребрения боковой поверхности корпуса в качестве системы охлаждения ЛЭМД / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, А.В. Перетясько, А.А. Леонтьев // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2016. – С. 144-147.

4. Марадудин, А.М. Гидравлический и тепловой расчет ЛЭМД с самовентиляцией / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, А.В. Перетясько, А.А. Леонтьев // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2016. – С. 151-154.

5. Марадудин, А.М. Оценка эффективности теплоотдачи в охлаждающих каналах ЛЭМД с принудительной вентиляцией / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, А.В. Перетясько, А.А. Леонтьев // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2016. – С. 147-150.

6. Марадудин, А.М. Гидравлический расчет ЛЭМД с принудительной вентиляцией / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, А.В. Перетясько, А.А. Леонтьев // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно-практической конференции – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. – С. 178-183.

7. Усанов, К.М. Линейные электромагнитные двигатели и приводы в импульсных процессах и технологиях: монография / К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин, А.В. Волгин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 202 с.

УДК 620.9-62-93

В.А. Милюткин, С.А. Толпекин,

Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 446442 Самарская обл., г.Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул.Учебная 2

И.В. Бородулин, Е.А. Агарков

ООО «ЭКОВОЛГА», г.Самара, ул.Советской Армии 2

ПОТРЕБНОСТИ АПК В ЭНЕРГОРЕСУРСАХ, ВОЗМОЖНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В Мире проводятся многосторонние исследования по возобновляемым источникам энергии (в Америке – США, в Европе – Германия, Франция. В Азии – Китай, Индия, Япония). В связи с актуальностью данной проблемы и значительной потребности в энергоресурсах для АПК в статье рассматриваются вопросы использования в качестве возобновляемых источников энергии-сине-зеленых водорослей (цианобактерии) с обоснованием соответствующих технологий и оборудования по сбору сине-зеленых водорослей и их переработки в Биотопливо III поколения.

Ключевые слова: энергоресурсы, возобновление, водоросли, биотопливо

Развитие экономики в Мире во многом зависит от энергетики, значительная часть которой в общем объеме приходится на агропромышленный комплекс – АПК, при этом более 20% энергоресурсов приходится на продукцию растениеводства. В последние годы во многих странах мира (Америка, Европа) производятся значительные работы по замене добываемых углеводородов на биотопливо, главным сырьем для производства которого является

сельскохозяйственная продукция и отходы. Относительно отходов, в частности животноводства, экономика понятна, более сложное и дорогое сырье используется при специальном возделывании растительной продукции (рапс, кукуруза и т.п.). Во же время Россия сегодня обладает колоссальными природными водозапасами в виде водоемов, водотоков и окружающих морей и океанов, в которых глубоко-исторически (более 3,5 млрд. лет) в летний

период в естественных условиях без затрат развивается огромное количество водорослей – сине-зеленых (например, цианобактерий), использование которых по расчетам ученых может заменить 1/3 всего используемого топлива на планете.

Самарская государственная сельскохозяйственная академия и ООО «ЭКОВОЛГА» в результате аналитических и экспериментальных исследований разработала технико-технологическую систему сбора сине-

зеленых водорослей и их использования в народном хозяйстве [1-22], новые технологии и технические средства на уровне патентов на изобретения по: I- Сбору сине-зеленых водорослей из верхнего слоя водоема (0...1,0м); II- Сбора донных отложений; III- Сбора и сушки сине-зеленых водорослей для хранения; IV- Химической, биологической обработки и альголизации водоемов; V- Утилизации водорослей с производством биотоплива III поколения (рис.1).

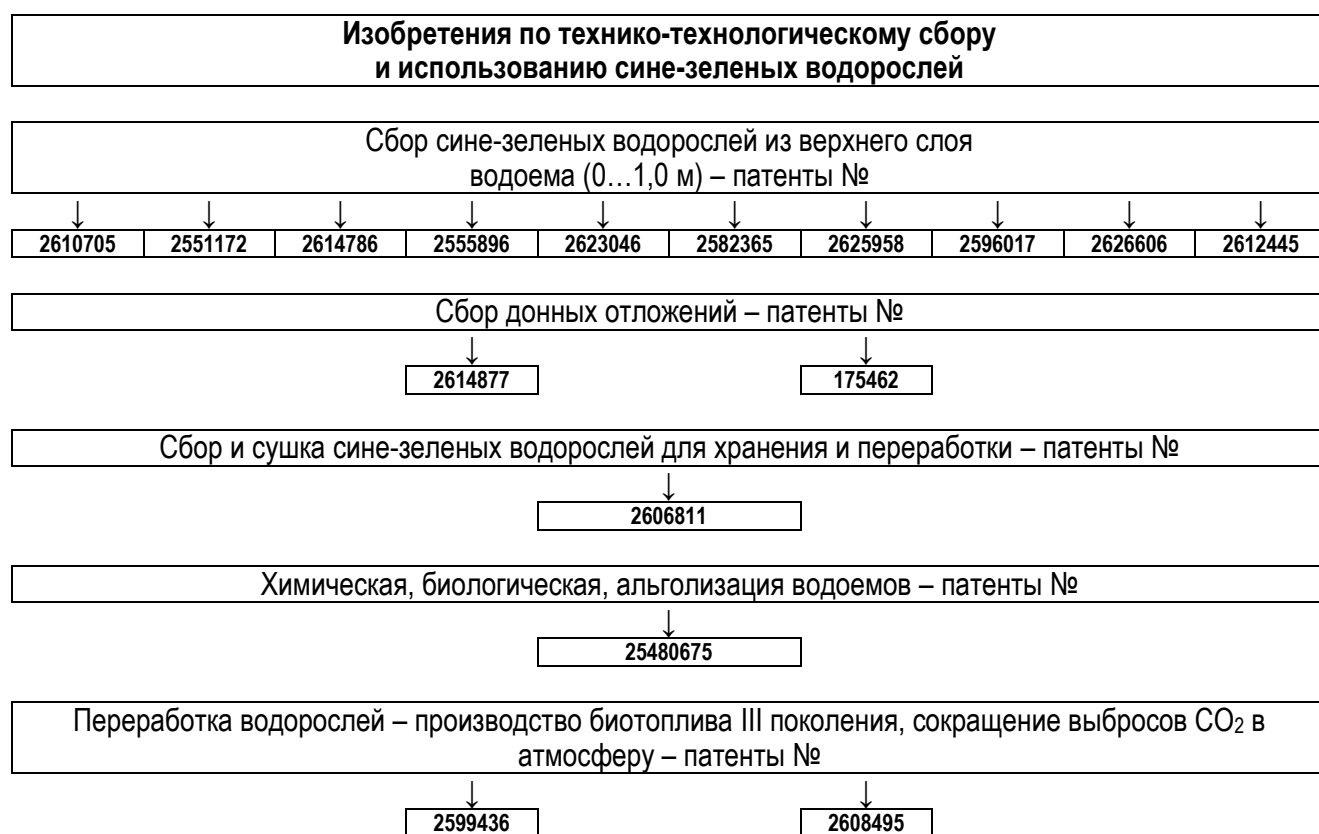


Рисунок 1. Классификация устройств и способов (патенты) для сбора и переработки сине-зеленых водорослей

В качестве возможной эффективной утилизации сине-зеленых водорослей в соответствии с Мировыми тенденциями нами разработаны и запатентованы технология и устройство для эффективного использования сине-зеленых водорослей с участием выбросов углекислого (угарного) газа ГРЭС у рек, с получением биотоплива III поколения [2,10, 13,14] и органических удобрений.

Данное направление исследований имеет так же такое важное значение для экологии человека и природы, как возможный способ очистки вредных выбросов при сгорании топлива на технологических объектах, вырабатывающих тепло, за счет их эффективного использования при увеличении массы сине-зеленых водорослей, насыщая их углекислым газом топочных газов, снижая их выброс в атмосферу

и уменьшая отрицательные последствия от их действия на озоновый слой.

Для сбора, хранения и создания больших запасов сине-зеленых водорослей для их дальнейшей переработки независимо от времени года (сине-зеленые водоросли в России развиваются только в теплый период - летом) разработаны конструкции специальных сушилок [2,12].

Для борьбы с сине-зелеными водорослями через уменьшение их количества в донных отложениях, разрабатываются специальные технические средства для сбора с утилизацией придонного ила [15,21].

Выводы.

В целом, проводимая нами научно-исследовательская деятельность, вписывается в решении общей Мировой проблемы создания

биотоплива из нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, при этом главным перерабатываемым сырьем являются возделываемые высокопродуктивные растения и различные отходы сельскохозяйственного производства, что делает возможным сельскохозяйственную отрасль делать безотходной, получать дополнительную прибыль за счет собственных энергоресурсов.

ИСТОЧНИКИ

1. Милюткин В.А. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах [Текст]/ В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков // «Прикладные науки и технологии в США и Европе, общие проблемы и научные открытия» 25.06.2014, США, Нью-Йорк. – с. 216-220.
2. Милюткин В.А. Разработка технологий и техники для сбора сине-зеленых водорослей с их дальнейшим использованием [текст]/ В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Е.А. Агарков, С.А. Толпекин // Сборник: Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2017) Материалы XIII Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. 2017. –с. 80-84.
3. Патент № 2548075 Российская Федерация, МПК C02F 3/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; Заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл.№ 10.- 5с.
4. Патент № 2551172 Российская Федерация, МПК C02F 3/00 Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей/ Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В., Котов Д.Н.; Заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015, Бюл.№ 14.-5с.
5. Патент № 2555896 Российская Федерация, МПК C 02 F 1/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; Заявл. 20.02.2014г., Опубл. 10.07.2015г., Бюл. №19. – 5с.
6. Патент № 2582365. Российская Федерация, МПК E 02B15/10, Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей. / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; Заявл. 31.07.2014; опубл. 20.02.2016, Бюл.№ 5с.
7. Патент №2596017. Российская Федерация, МПК E02B15/00, A01D 44/00. Агрегат для очистки водоемов от водорослей. /Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н., Бородулин И.В.; Заявл. 28.05.2015; опубл. 27.08.2016, Бюл.№24. – 5с.
8. Милюткин В.А. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме [Текст] / В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова, В.Н. Сысоев, И.В. Бородулин, З.П. Антонова// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014г. Санкт-Петербург. – 2014. – с. 79-82.
9. Милюткин В.А. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорослями [текст]/ В.А. Милюткин, С.П. Симченкова, Г.В. Кнурова и др.// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014г. Санкт-Петербург. – 2014. – с. 83-85.
10. Милюткин В.А. Технологии и технические средства (на уровне изобретений – патентов) эффективного использования сине-зеленых водорослей (цианобактерий) [Текст] / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин// American Journal of Science and Technologies/ 2015. Т.2 №2(20). С. 595-601.
11. Милюткин В.А. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом [Текст] / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин // Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение в сельском хозяйстве» - 25-26 ноября 2016г. Ярославль. – 2016 – С. 32-37.
12. Патент №2606811. Российская Федерация, МПК A01D 44/00. Сушилка для сине-зеленых водорослей /Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф., Антонова З.П.; Заявл. 13.08.2015; опубл. 10.01.2017. Бюл. №1. – 5с.
13. Патент № 2608495. Российская Федерация, МПК A 01G 7/02. Способ утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ /Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; Заявл. 04.08.2015; опубл. 18.01.2017. Бюл. №2. – 5с.
14. Патент № 2599436. Российская Федерация, МПК C12 M1/04, A 01G 7/02. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок использующих природный газ. / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; Заявл. 04.08.2015; опубл. 10.10.2016. – 5с.
15. Патент №2614877. Российская Федерация, МПК E 02B 15/00. Устройство для очистки водоемов от донных отложений. /Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; Заявл.28.12.2015, опубл. 30.03.2017. Бюл. №-5с.
16. Патент №2614786. Российская Федерация, МПК E 02B 15/08. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с последующим их применением. /Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф.; Заявл. 25.12.2015, опубл. 29.03.2017. Бюл. №10. -5с.
17. Патент №2623046. Российская Федерация, МПК E 02 B 15/00. Агрегат для комплексной очистки водоемов от водорослей. /Милюткин В.А.,Стребков Н.Ф.,Бородулин И.В., Котов Д.Н.; Заявл. 28.07.2016, опубл. 21.06.2017. Бюл. № 18.- 5с.
18. Патент №2625958. Российская Федерация, МПК E 02B 15/08. Устройство для очистки водоемов от водорослей. /Милюткин В.А.; Заявл.22.10.2015, опубл. 27.04.2017. Бюл. № 12.- 5с.
19. Патент №2626606. Российская Федерация, МПК E 02B 15/00. Универсальный агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с возможностью их дальнейшего применения. /Бородулин И.В., Милюткин В.А., Стребков Н.Ф.; Заявл. 15.12.2015, опубл. 28.07.2017. Бюл. №22.-5с.
20. Патент №2612445. Российская Федерация, МПК A 01 D 44/00 . Самоходный, автономно-действующий агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей. /Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф.; Заявл. 01.03.2016, опубл.09.03.2017. Бюл. №7.-5с.
21. Патент №175462. Российская Федерация, МПК E 02 B 15/00, Устройство для сбора донных отложений в водоемах. /Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Стребков Н.Ф.; Заявл.15.07.2017, опубл.06.12.2017. Бюл.№ 34.
22. Патент №2548075. Российская Федерация, МПК C 02 F 3/00, Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата. /Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; Заявл. 24.06.2013, опубл. 10.04.2015. Бюл. №10.-5с.

А.Н. Митин, М.А. Левин

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация: В данной статье приводятся основные проблемы коммерческого учета электроэнергии. Рассматривается вопрос о безучетном потреблении электрической энергии. Также приводится характеристика приборов и профилактических мероприятий при помощи, которых сетевые организации борются с безучетным потреблением электроэнергии.

Ключевые слова: Коммерческий учет, электроэнергия, неучтенное потребление, приборы, счетчик

Коммерческий учет электроэнергии – это учет выработанной и отпущенной потребителям электроэнергии для обеспечения денежных расчетов. Целью коммерческого учета электроэнергии является получение сетевыми компаниями, потребителями и прочими заинтересованными участниками рынка электрической энергии достоверной информации о поставках электроэнергии для организации коммерческих расчетов, а также для решения других технических, экономических и статистических задач.

Реализация коммерческого учета электроэнергии осуществляется посредством счетчиков, установленных на границах раздела сетей сетевой организации и потребителя, и выполняющих функции накопления, хранения, кодирования и передачи, данных коммерческого учета.

К основным проблемам коммерческого учета электроэнергии можно отнести такие проблемы как:

- Преимущественно ручной сбор и регистрация показаний приборов учета
- Неучтенное потребление электроэнергии.
- Недостаточная обеспеченность персонала (контролеров и инспекторов) современными приборами по выявлению безучетного и бездоговорного потребления электроэнергии.

На последних двух проблемах хотелось остановиться подробней.

Согласно постановлению правительства РФ от 04.05.2012 г. №442 безучетным потреблением электрической энергии является потребление с нарушением установленного договором энергоснабжения, выразившимся во вмешательстве в работу прибора учета, в том числе в повреждении контрольных пломб и знаков визуального контроля, а также в совершении потребителем иных действий, которые привели к искажению данных об объеме потребления электрической энергии. В большинстве случаев безучетное потребление электрической энергии выявляется в виде подключения до прибора учета розетки 220В для подключения электрических приборов большой мощности и работы с ними. Такие точки безучетного потребления электрической энергии обычно устанавливаются в местах, которые

находятся не на виду у контролеров и инспекторов сетевых организаций. Поэтому для нахождения точек безучетного потребления и их предотвращения используются специальные приборы.

Рассмотрим несколько приборов для обнаружения точек безучетного потребления электрической энергии и их предотвращения:

Автономный индикатор сетевого тока «АИСТ» ЭИ3008М - предназначен для определения токовой нагрузки на электрических вводах 220-380В переменного тока частотой 50Гц индивидуальных жилых домов без разрыва токовых цепей. Для просмотра результатов измерений имеется цифровой мультиметр. Данный прибор позволяет производить измерения на приемной траверсе, не подходя к прибору учета. Его достоинство и оно же недостаток - раскладная штанга, позволяющая производить измерения на большой высоте. Недостаток потому что в разобранном состоянии длина штанги составляет 1,7 метра и учитывая, то что помимо данного прибора контролер имеет при себе сумку с инструментами работа с данным прибором возможна в составе бригады при наличии автомобиля.

Сигнализатор скрытой проводки Е-121 «Дятел» - достаточно удобный прибор небольших размеров, не создающий проблем с его переноской, благодаря его небольшим размерам (спокойно можно носить в сумке или в кармане) . Имеет 4 диапазона поиска (имеется в виду расстояние от антенны до проводника с током от 0 до 700 мм), широкий спектр применения для работы с приборами учета. Недостатками данного прибора являются маленький диапазон поиска всего лишь до 700 мм и то, что может реагировать не только на электропроводку, но и на сотовые телефоны и трубы отопления, что создает определенные неудобства в поиске точек безучетного потребления электроэнергии.

Однополюсные и двухполюсные индикаторы напряжения – при их помощи обнаружить факт подключения до прибора учета также можно, но трудно потому как работают только при непосредственном контакте с электрическим проводником.

В настоящее время для предотвращения безучетного потребления электрической энергии сетевые организации устанавливают на границе балансовой принадлежности (на опоре) однофазные счетчики учета электрической энергии «РиМ». Данный счетчик имеет функцию автоматической передачи данных о потребленной электроэнергии абонентом на главный компьютер сетевой организации. Но данный измерительный комплекс имеет высокую стоимость и поэтому его устанавливают в очень ограниченных количествах.

Проанализировав предоставленный список, мы приходим к мнению, что данные приборы имеют ряд недостатков, которые, так или иначе, препятствуют выявлению фактов безучетного потребления электроэнергии. На основе полученных данных встает вопрос о том, что необходим прибор, позволяющий снимать токовую нагрузку и мощность без разрыва электрической цепи одновременно до (на приемной траверсе жилого дома) и после прибора. Причем данный прибор должен иметь небольшие размеры удобные для переноски и передавать данные измерений через bluetooth или Wi-Fi-передатчик на смартфон или принимающее устройство и сравнивать полученные результаты.

УДК 621.316

А.Н.Митин, М.А.Левин

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ ДО И ПОСЛЕ ПРИБОРА УЧЕТА

Аннотация: В данной статье рассматривается вопрос, касающийся коммерческих потерь электрической энергии. Также поднимается вопрос о разработке прибора, способном измерять токовую нагрузку одновременно до и после прибора учета электрической энергии.

Ключевые слова: потери, электрическая энергия, нагрузка, микропроцессор, bluetooth, трансформатор тока, Wi-Fi.

Составляющей коммерческого учета электрической энергии являются потери электрической энергии. Под потерями электроэнергии подразумевается разница между объемом закупленной на начало расчетного периода электроэнергии и собранным объемом электроэнергии на конец расчетного периода. Потери электрической энергии состоят из потерь на передачу электроэнергии по воздушным линиям электропередачи, соединения ответвлений в схеме линий электропередачи, подстанции. Также потери электрической энергии увеличиваются за счет неучтенного потребления электрической энергии, т.к. точку неучтенного потребления электроэнергии подключают до прибора учета и соответственно прибор учета не учитывает потребленный объем.

Чтобы сократить неучтенное потребление электроэнергии требуется прибор, позволяющий

- ### ИСТОЧНИКИ
1. Левин М.А. Драгун А.Д. Изменение трудоемкости годового обслуживания типового электрооборудования/ Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно – практической конференции. Под общ.ред В.А.Трушкина, Саратов, 2017. С.146-148
 2. Маркин И.М. Левин М.А. Применение современных энергосберегающих систем управления уличным освещением/ Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VIII международной научно – практической конференции. Под общ.ред В.А.Трушкина, Саратов, 2017. С.171-174
 3. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 30.12.2017) "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии" (вместе с "Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии", "Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии")
 4. http://www.znp.ru/prod/ei3008_ei3007.htm - автономный индикатор сетевого тока «АИСТ» ЭИ3008М
 5. <http://metra.zt.ua/> - сигнализатор скрытой проводки Е-121 «Дятел»
 6. <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/ukazatel-napriazheniia/> - Указатель напряжения. Виды и применение. Работа и применение.

замерять токовую нагрузку, потребляемую абонентом, сразу в двух точках: на приемной траверсе, где находится соединение вторичного ввода с первичным, подходящим от общей линии электропередачи, и после прибора учета. Практичностью данного прибора и его удобством является то, что результаты измерений датчиков прибора будут передаваться посредством модуля беспроводной передачи данных на приемник данных сигналов. Прибор будет состоять, как уже сказано из двух датчиков и приемника, принимающим данные с датчиков. Датчики будут состоять из разъемного трансформатора тока, микропроцессора, модуля передачи данных и источника питания. В качестве микропроцессора будет использоваться микропроцессор торговой марки Arduino, т.к. он прост в работе и используется во многих электронных приборах. В качестве модуля передачи данных будет

использоваться wi-fi – модуль. Данный модуль выбран, потому что имеет большой радиус действия около 100 метров по сравнению с Bluetooth-модулем. Источником питания будет использоваться крона 9 Вольт. Ее достаточно для обеспечения питания датчиков. В качестве приемника будет обычный смартфон, который имеется у любого человека. В смартфоне будет установлена программа, позволяющая принимать и показывать результаты измерений, получаемых с датчика. Также один из датчиков будет оснащен телескопической ручкой, позволяющей устанавливать датчик на высоте, не используя лестницу.

Схема датчика, замеряющего токовую нагрузку представлена на рис 1.

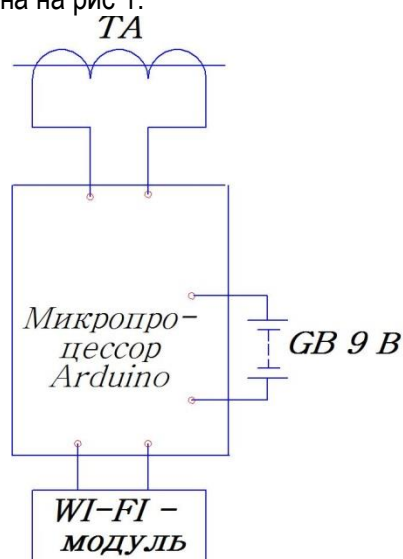


Рисунок 1. Схема датчика снимающего токовую нагрузку

УДК 621.313.3

А.П. Моисеев, А.В. Волгин, В.А. Каргин, Н.А. Артемов

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

РЕВЕРСИВНЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ ШАГОВЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ПРИВОДА КОНВЕЙЕРОВ

Аннотация. Проанализирован выбор устройств передачи механической энергии при создании приводов с линейными электромагнитными двигателями привода конвейера.

Ключевые слова: электромагнитный двигатель, устройство, конвейер, якорь, обмотка.

Важным этапом разработки и создания линейных электромагнитных двигателей для привода конвейеров представляется обоснование устройств передачи механической энергии (УПМЭ) двигателя перемещаемому рабочему органу. Конструкция и параметры именно этого устройства определяют, главным образом, эффективность передачи, технические и эксплуатационные показатели привода [1-4]. Поскольку подобные устройства весьма разнообразны, представляется целесообразным кратко проанализировать особенности УПМЭ и

С помещенного в разъемный трансформатор тока (ТА), проводника с током снимается токовая нагрузка. Затем с трансформатора тока полученный импульс передается на микропроцессор Arduino, в котором посредством программы импульс преобразуется в сигнал. Затем преобразованный сигнал при помощи Wi-Fi-модуля передается на смартфон, в котором будет установлена программа, с помощью которой полученные результаты будут выводиться на экран. Оба датчика будут запитаны от простой кроны 9 В.

Все необходимые программы для программирования микропроцессоров и написания программы для смартфона будут программироваться при помощи программы Microsoft Visual Studio.

В будущем данный прибор должен помочь снизить время на обнаружение неучтенного потребления электроэнергии и повысить эффективность снижения коммерческих потерь электрической энергии.

ИСТОЧНИКИ

1. Шаркова И.С. Левин М.А. Принципы компоновки учебных лабораторных стендов/ Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции. Под общ.ред Трушкина В.А., Саратов, 2016. С. 256-258
2. Трушин И.А. Левин М.А. Сравнение стендов испытания пускозащитной аппаратуры УСТ «МИИСП» и «Нептун»/ Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VI международной научно-практической конференции. Под общ.ред Трушкина В.А., Саратов, 2015. С. 292-294
3. <http://uchetelectro.ru/poteri/27-poteri-elektroenergii> - Коммерческие потери электрической энергии
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino> - Микропроцессор Arduino
5. <https://geektimes.ru/post/271078> - Разновидности Wi-Fi модулей

изготовление и ограничивает области использования двигателя.

В конструкции [5], содержащий направляющий корпус, в котором размещены статор, обмотка и комбинированный якорь, включающий цилиндрическую и дисковую части, рабочий орган, расположенный в осевом канале якоря и снабженный стопорными элементами с механизмом размыкания и возвратной пружиной. В результате сложности конструктивного исполнения, невозможно перемещение рабочего органа, выполненного в виде гладкого цилиндрического штока и отрицательное силовое воздействие стопорных конусных элементов на рабочий орган.

Известен также линейный шаговый электромагнитный двигатель [6], содержащий направляющий корпус, в котором размещены статор, обмотка и комбинированный якорь, включающий цилиндрическую и дисковую части, снабженный возвратной пружиной, рабочий орган, расположенный

в осевом канале якоря. Рабочий орган выполнен в виде гладкого, твердого цилиндрического штока, стопорные элементы выполнены в виде трех металлических шаров, помещенных в конусные проточки, выполненные в якоре и смещенные относительно друг друга на угол 120° . Недостатком решения является обеспечение исключительно однонаправленного перемещения рабочего органа.

Наиболее близким аналогом предлагаемого технического решения является реверсивный линейный электромагнитный двигатель с осевым каналом [7], недостатком является сложное конструктивное исполнение и отрицательное силовое воздействие стопорных конусных элементов на рабочий орган.

Все недостатки исключаются путем применения предлагаемой конструкцией реверсивного линейного шагового электромагнитного двигателя (рис.1).

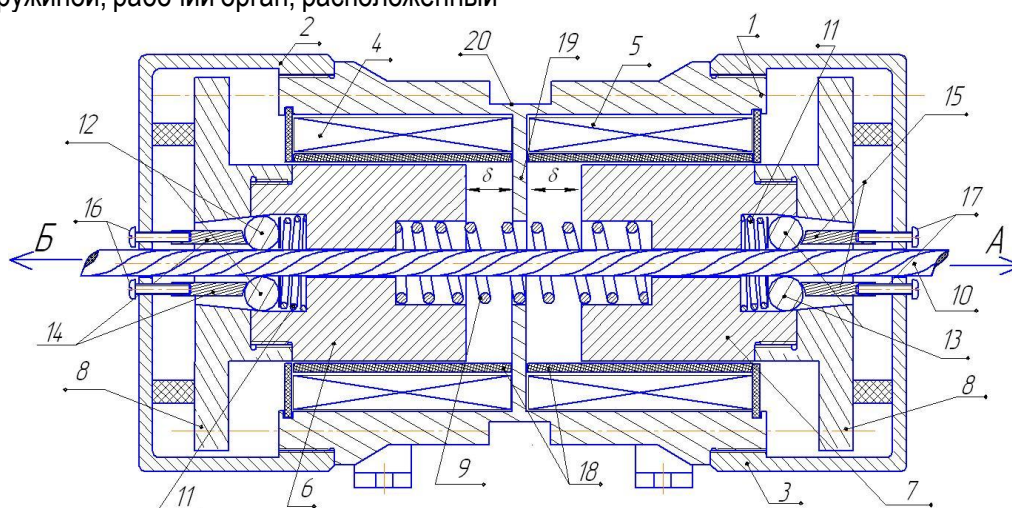


Рисунок 1 Реверсивный линейный электромагнитный двигатель

Устройство содержит осевой канал, в который помещен рабочий орган 10 в виде гладкого цилиндрического штока, цилиндрический статор 1, возвратную пружину 9, первую крышку 2, первую обмотку 4, первый втягивающе-притягивающийся якорь 6 с плоской дисковой частью 8. Рабочий орган 10 пропущен в осевой канал первого 6 и второго 7 якоря через отверстия в крышках 2, 3. Силовое сочленение рабочего органа 10 с каждым якорем 6 или 7 на рабочем ходе обеспечивается подпружиненными с помощью пружины 11 стопорными элементами 12, 13, фиксация положения которых производится штоками 14, 15, имеющих на концах сферическую поверхность с регулировочными болтами 16, 17 для якоря 6 или 7 соответственно. Стопорные элементы выполнены в виде трех металлических шаров, которые помещены в конусные проточки первого 6 и второго якоря 7 со стороны дисковой части и смещены друг относительно друга на угол 120° . Статор разделен внутри поперечно

полюсом-шайбой 19 на две одинаковые части и содержит одинаковые с первыми вторую крышку 3, вторую обмотку 5 и второй якорь 7, срабатывающий попеременно с первым якорем. Перемещение каждого якоря ограничено при втягивании в обмотку - полюсом-шайбой 19, а при возврате пружины 9 - крышками 2, 3. Концы проходящей через полюс-шайбу 19 возвратной пружины 9 заходят в цилиндрические проточки на торцах якорей 6, 7. На внешней поверхности статора предусмотрен кольцевой прямоугольный паз 20, выполненный коаксиально и симметрично относительно внутреннего полюса-шайбы 19. Соосность якорей и статора задается направляющими 18. При обесточенных обмотках 4, 5 оба якоря 6 и 7 поджаты к штокам 14 и 15 с регулировочными болтами 16, и 17 пружины 9. При необходимости перемещения рабочего органа 10, например, в направлении А, на обмотку 4 подают напряжение от источника питания. Якорь 6 втягивается в обмотку 4 под действием

электромагнитной силы, перемещаясь на величину δ (рабочий ход) и сжимая пружину 9. Незначительные взаимные осевые перемещения шариковых зажимов 12, контактирующих по конусной поверхности проточек в якоре, создают значительные радиальные усилия, надежно зажимающие рабочий орган 10, который перемещается на величину δ хода комбинированного якоря 6. При этом штоки 15 создают усилия на стопорные элементы 13 радиально от рабочего органа 10 исключая его заклинивание.

По окончании питающего импульса якорь 6 возвращается возвратной пружинной 9 в исходное положение. При возвращении подпружиненные пружинной 11 стопорные элементы 12 отпускают рабочий орган. Далее цикл повторяется.

Для реверсирования рабочего органа 10 на обмотку 5 подают напряжение от источника питания. Якорь 7 втягивается в обмотку 5 под действием электромагнитной силы, перемещаясь в направлении Б на величину δ (рабочий ход) и сжимая пружину 9. Незначительные взаимные осевые перемещения шариковых зажимов 13, контактирующих по конусной поверхности проточек в якоре, создают значительные радиальные усилия, надежно зажимающие рабочий орган 10, который перемещается на величину δ хода комбинированного якоря 7. При этом штоки 14 создают усилия на стопорные элементы 12

радиально от рабочего органа 10 исключая его заклинивание. По окончании питающего импульса якорь 7 возвращается возвратной пружинной 9 в исходное положение. При возвращении подпружиненные пружинной 11 стопорные элементы 13 отпускают рабочий орган. Далее цикл повторяется.

ИСТОЧНИКИ

1. Моисеев А.П. Применение линейных электромагнитных приводов в шайбовых кормораздаточных транспортерах: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Моисеев А.П. – Саратов, ФГБОУ ВПО СГАУ им. Вавилова Н.И., 2011. – 26 с.
2. Усанов К.М., Моисеев А.П. Электромагнитные машины с осевым каналом в процессах и технологиях АПК / Механизация и электрификация сельского хозяйства, №5, 2008. – С. 31–33.2.
3. Усанов, К.М. Линейные электромагнитные двигатели и приводы в импульсных процессах и технологиях: монография / К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин, А.В. Волгин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015 – с.202.
4. Усанов, К.М. Экспериментальная оценка силовых показателей электропривода тросошайбового транспортера с линейным электромагнитным двигателем / К.М. Усанов, А.П. Моисеев, В.А. Каргин, Е.А. Четвериков / Аграрный научный журнал, 2015. № 6. – С.69-72.
5. Патент РФ на изобретение. Линейный шаговый электромагнитный двигатель / Усанов К.М., Моисеев А.П., Каргин В.А., Волгин А.В. / RU2366065, МПК H02K 41/03 Оpubл. 27.08.2009 Бюл, №24.
6. Патент на изобретение. Реверсивный линейный электромагнитный двигатель с осевым каналом / Усанов К.М., Моисеев А.П., Каргин В.А., Волгин А.В. / RU2440661, МПК H02K 41/03 Оpubл. 20.01.2012 Бюл. № 2.

УДК 621.311

Н.Ю. Мошонкин, С.В. Молот

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В РОССИИ

Интеллектуальная электрическая сеть (ИЭС)— это качественно новое состояние электрической сети, которое предполагает объединение на технологическом уровне электрических сетей, потребителей и производителей электроэнергии в единую автоматизированную систему. Она в реальном времени самостоятельно отслеживает режимы работы всех участников процесса выработки, передачи и потребления электроэнергии. Получая обратную связь через разветвленную систему датчиков в режиме on-line, интеллектуальная сеть автоматически реагирует на все изменения, происходящие в сети, принимая оптимальные решения для предотвращения аварий и осуществления энергоснабжения с максимальной надежностью и экономической эффективностью.

В настоящее время наблюдается повышение интереса со стороны предприятий к наиболее надежным и эффективным энергосистемам, способным работать в автономном режиме. На сегодняшний день на большинстве промышленных предприятий имеется ряд проблем, связанных с

энергетическими системами, которые используются на данных предприятиях. К таким проблемам относятся следующие:

- отсутствие контроля потребления
- большие расходы на электроэнергию
- низкая надежность
- устаревшее оборудование
- вред для экологии

Таким образом, из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что для решения данных проблем России требуется система энергосбережения, построенная на базе концепции ИЭС.

В рамках этой концепции разрабатываются методы и оборудование для быстрого компьютерного управления в основном коммутационными устройствами в электросетях с целью оптимизации направления энергопотоков от источников к потребителям. Основой подхода является развертывание специальной информационной сети, согласованной по архитектуре с электросетью, для управления устройствами последней. С помощью

специальных программ анализируются состояния устройств потребления энергии и рассчитываются необходимые переключения на электросетях для получения максимальной эффективности использования энергии. [1]

ИЭС на сегодняшний день решает, в основном, технологические задачи: снижает вероятность аварий на линиях, значительно увеличивает скорость их устранения или делает их «незаметными» для

пользователя, эффективнее распределяет сгенерированную энергию и т.д.

Для оценки возможных системных эффектов в ЕЭС России при создании интеллектуальной электроэнергетики были использованы данные по результатам пилотных проектов ФСК и более комплексным программам развития «умных» сетей, реализация которых начата в различных странах (рис. 1).



Рисунок 1 - Количественная оценка изменения балансовых условий в ЕЭС России при развитии интеллектуальной энергетики

Оценки, сделанные для исходных балансовых условий базового варианта генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики, показывают, что реализация к 2030 г. основных мероприятий по созданию интеллектуальной энергетики в России позволит снизить потребность в установленной мощности более чем на 10% (на 34 ГВт) и электропотребление почти на 9% (140 млрд кВт·ч). При этом относительный уровень потерь в сетях последовательно снизится на 30% — с 12 до 8% в 2020 г. и до 8% в 2030 г. [2].

УДК 631.3

А.М. Муратова, Д.Е. Унаев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

ИСТОЧНИКИ

1. Кобец, Б. Б., Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid : науч. изд./ Кобец Б. Б., Волкова И. О. — Москва: ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.
2. Основные положения концепции интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ies_aas.pdf

РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ

Аннотация. В настоящей работе представлены логические схемы автоматизированной программной системы управления технологическими процессами в кормоцехе, разработанные для программируемых логических контроллеров с использованием приложения CoDeSys и языка программирования FBD.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры, автоматизация технологических процессов, система автоматического управления, язык программирования FBD.

Разработка автоматизированных систем управления (СУ) технологическими процессами сельскохозяйственного производства является важным этапом повышения производительности труда, снижения себестоимости готовой продукции растениеводства и животноводства и др. [1-3]. При этом, использование микропроцессорных СУ и бесконтактных элементов обратной связи позволяют значительно повысить эксплуатационную надежность системы в целом [4,5]. В настоящее время широкое распространение получили СУ на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК) [6-9], имеющие известные достоинства, в частности высокую надёжность, простое тиражирование и

обслуживание устройств управления, быстрый монтаж и наладку оборудования [10].

В настоящей статье представлены логические схемы автоматизированной программной системы управления технологическими процессами в кормоцехе, разработанные для программируемых логических контроллеров с использованием приложения CoDeSys и языка программирования FBD.

В [11] представлена программная система управления технологическими процессами в кормоцехе, разработанная на базе ПЛК ОВЕН [12]. Функциональная схема САУ процессами в кормоцехе ОКЦ-15 представлена на рис.1 [11].

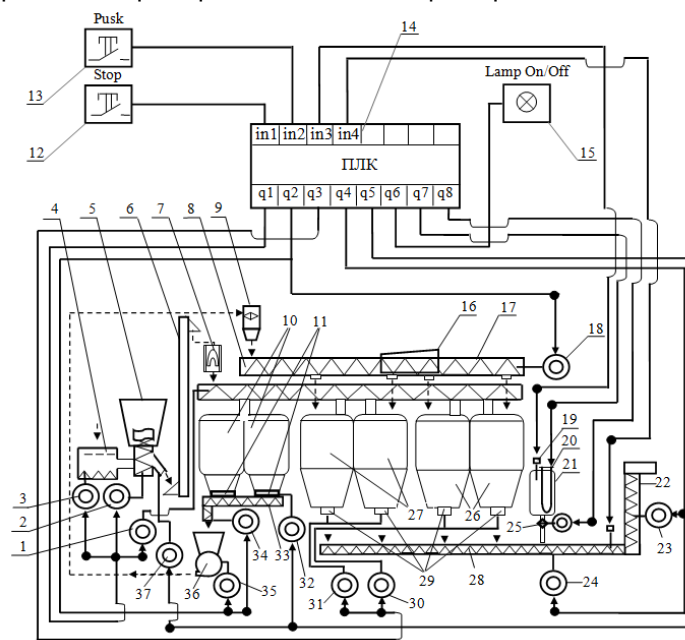


Рисунок 1 – Функциональная схема САУ процессами в кормоцехе ОКЦ-15

Запуск технологического процесса осуществляется с помощью кнопки «Push» 13. Программируемый логический контроллер 14 реализует алгоритм управления операциями в кормоцехе, циклограммы которого представлены на рис.2.

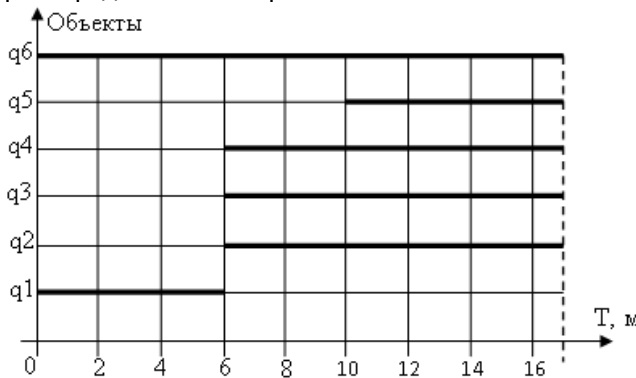


Рисунок 2 Временные циклограммы процесса кормоприготовления на оборудовании ОКЦ-15: q_1-

электроприводы норрии и шнека норрии, смесителя, решётного стана; q_2- электроприводы шнека-дозатора зерна, дробилки, шнека дробилки; q_3- электроприводы нижнего шнека-смесителя, вертикального шнека; q_4- электроприводы шнековых дозаторов; q_5- электроприводы задвижек зернового бункера и заслонки смесителя; q_6 – сигнальный индикатор; q_7-нагреватель воды; q_8- привод задвижки на увлажнение корма.

Циклограмма имеет 6 объектов q_1 – q_6. Время, за которое полностью пройдёт процедура кормоприготовления составляет 17 минут. Первый цикл q_1 длится 6 минут. Объекты q_2, q_3, q_4 включаются по завершению временного интервала q_1, т.е. через 6 минут и завершают работу на отметке в 17 минут. Работа q_5 ограничена диапазоном от 10 до 17 минут. Функционирование q6 занимает 17 минут с момента пуска процесса [11].

Программирование ПЛК осуществляется в среде CoDeSys с помощью языка FBD и стандартной библиотеки функциональных блоков [10,13], совокупность и схема соединения которых представлена на рис.3.

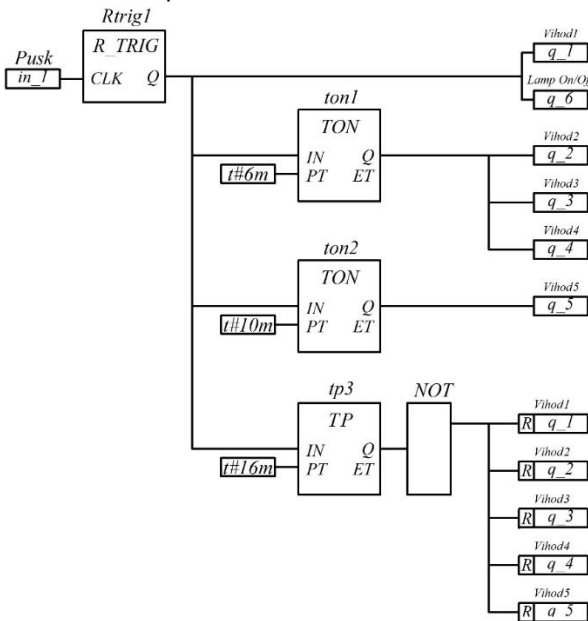


Рисунок 3 – Логическая схема управления технологическими процессами в кормоцехе в функции времени

При подаче на вход *in_1* контроллера сигнала *TRUE* (истина или логическая единица) от нормально разомкнутого контакта кнопки запуска процесса кормоприготовления «*Pusk*» на выходе *Q* R-триггера «*Rtrig1*» устанавливается *TRUE*. Сигнал логической единицы получают выходы *q_1* (*Vihod1*) и *q_6* (*LampOn/Off*), а также функциональные блоки «таймер с задержкой времени» *ton1* и *ton2* и функциональный блок «таймер» *tp3* [10,13].

В соответствии с циклограммой (рис.2) выходы *q_2* (*Vihod2*), *q_3* (*Vihod3*) и *q_4* (*Vihod4*) включаются с задержкой по времени, для реализации которой в CoDeSys используется функциональный блок *TON* (таймер с задержкой включения) [13].

При подаче *TRUE* на вход *IN* (тип данных *BOOL*) функционального блока «*ton1*», начинается отсчет времени на выходе *ET* (тип данных *TIME*) до значения равного заданному на входе *PT* (тип данных *TIME*) – 6 минут (*#6m*). На выходе *Q* (тип данных *BOOL*) появляется *TRUE*. Таким образом, выход *Q* устанавливается с задержкой *PT* от фронта входа *IN* [10,13].

Включение выхода *q_5* (*Vihod5*) с задержкой времени на 10 минут обеспечивает блок «*ton2*».

Отключение всех операций по окончании технологического процесса кормоприготовления осуществляется с помощью таймера *tp3*. Здесь пока *IN* равен *FALSE*, выход *Q* = *FALSE*, выход *ET*=0. При переходе *IN* в *TRUE* выход *Q* устанавливается в

TRUE, таймер начинает отсчет времени на выходе *ET* (тип данных *TIME*) до значения равного заданному на входе *PT* (тип данных *TIME*) – 17 минут (*#17m*). На выходе *Q* (тип данных *BOOL*) устанавливается *FALSE*. Логический ноль инвертируется в *TRUE* с помощью блока *NOT*, что позволяет отключить выходы *q_1* – *q_5*.

При необходимости, например, в случае аварии, процесс можно отключить с помощью аварийной кнопки «*Stop*» в любой момент времени (рис.4).

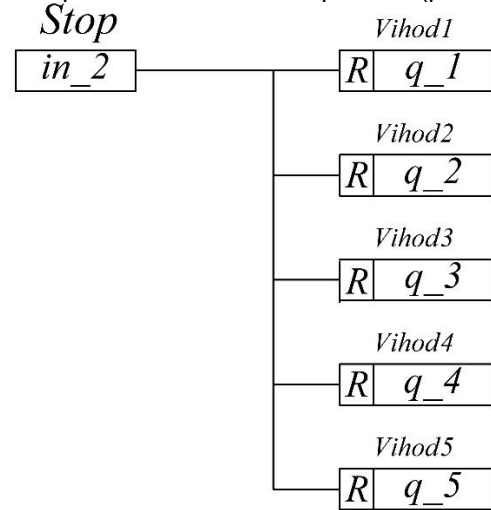


Рисунок 4 – Логическая схема аварийной остановки

Для регулирования температуры воды в емкости используется датчик температуры, подающий сигнал обратной связи на аналоговый вход ПЛК *in_3* (*DatTemp*). Логическая схема системы автоматического регулирования представлена на рис.5 [10,13].

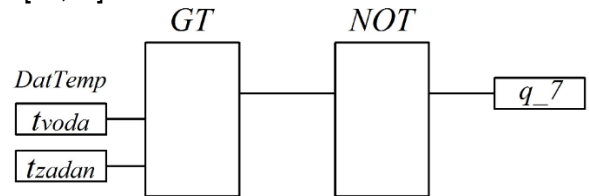


Рисунок 5 Логическая схема регулирования температуры воды в емкости

Функциональный блок *GT* – оператор сравнения «Больше» возвращает *TRUE*, если значение первого параметра больше второго (рис.5) [13].

В случае, если сигнал от терморезистора *t_voda* превышает заданное значение *t_zadan* ($t_{voda} > t_{zadan}$) на выходе двоичного оператора *GT* устанавливается *TRUE*. Через функциональный блок *NOT*, реализующий логическую операция НЕ, сигнал логической единицы инвертирует в логический ноль, что приводит к отключению выхода *q_7* (*Podogrev*).

При снижении температуры воды ниже заданной ($t_{voda} < t_{zadan}$) на выходе двоичного оператора *GT* устанавливается *FALSE*, сигнал инвертируется в *TRUE* и осуществляется включение *q_7* (*Podogrev*).

Таким образом, разработанные логические схемы управления позволят интегрировать программируемый логический контроллер в существующий технологический процесс.

ИСТОЧНИКИ

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учебное пособие для вузов / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005. – 352 с.
2. Усанов, К.М. Проектирование электроустановок [Текст]: учебное пособие / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина. – Саратов: Амирит, 2017. – 123 с.
3. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учебное пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. – 292 с.
4. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.
5. Усанов, К.М. Оценка надежности приводов машин с линейным перемещением рабочего органа / К.М. Усанов, В.А. Каргин, С.М. Зубарев, А.В. Ивченко // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции, 2010. – 389-392.
6. Каргин, В.А. Электрический преобразователь с автоподстройкой выходного усилия электромагнитного

формователя колбасных изделий / В.А. Каргин, А.В. Волгин, А.П. Моисеев, О.В. Логачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. №2 (160). – С.176-180.

7. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-82.

8. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова / Известия Международной академии аграрного образования, 2017. № 37. – С.15-18.

9. Четвериков, Е.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности / Е.А. Четвериков, А.П. Моисеев, В.А. Каргин // Аграрный научный журнал, 2015. № 7. – С. 52-54.

10. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. В.П. Дьяконова. –М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

11. Бозин, Г.С. Перспективы использования и выбор программируемых логических контроллеров для автоматизации локальных систем управления процессами сельхозпроизводства / В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VII Международной научно-практической конференции, 2016.

12. <http://www.owen.ru>.

13. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSyS 2.3. – редакция RU 2.4, для CoDeSyS v2.3.6.x.

УДК 621.313.333

А.М. Мутиголлиев, Л.А. Садыкова

Западно-Казахстанский агро-технический университет им. Жангир хана
г.Уральск, Казахстан

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация: актуальными становятся исследования по изысканию альтернатив традиционному топливу. Альтернативным вариантом могут стать возобновляемые источники энергии, особенно энергия солнечного излучения и ветра, которые имеют место на всей территории Казахстана.

Ключевые слова: электроэнергия, автономное электроснабжение, ветрогенератор, солнечная энергия.

Классическое использование с целью применение для решения задачи автономного электроснабжения передвижных топливных электростанций сопряжено с проблемой использования ископаемого углеводородного топлива, а именно с постоянным ростом цен на нефтепродукты и газ, и с негативной экологией. В связи с этим, актуальными становятся исследования по изысканию альтернатив традиционному топливу.

Альтернативным вариантом могут стать возобновляемые источники энергии, особенно энергия солнечного излучения и ветра, которые имеют место на всей территории Казахстана. Однако нерегулярность поступления энергии от этих источников и ее низкая плотность создают значительные трудности в их применении. Практически это проявляется в высокой стоимости производимой электроэнергии и низкой надежности

ее поставки потребителю. Устранить эти препятствия путем совершенствования преобразователей возобновляемых источников энергии не удастся, так как это сопровождается таким ростом их стоимости, что проблема экономичности автономных солнечных и ветряных электростанций еще более обостряется.

Значительного снижения стоимости вырабатываемой электроэнергии можно достичь путем оптимизации состава и параметров автономных систем электроснабжения. Реально и существенно повысить эффективность автономных электростанций на возобновляемых источниках энергии, можно только рассматривая их как изолированные системы, нерегулярно получающие энергию солнечного излучения или ветра, эффективно преобразовывая ее в электроэнергию, и поставляя потребителю в соответствии с его потребностями.

На сегодняшний день запасы энергетических ресурсов Казахстана оцениваются в 0,5% от общих мировых балансовых запасов минерального топлива, или около 30 млрд. тонн удельного топлива. В таблице 1.1 приведён основной ресурсный потенциал республики, включая запасы возобновляемых источников энергии и гидроэнергоресурсов.

Таблица 1. Ресурсный потенциал Республики Казахстан.

Уголь, млрд. т	Нефть, млн. т	Газ, млрд. м3	Уран, тыс. т	Гидропотенциал, млрд. кВт.ч.	ВИЭ, включая малые ГЭС, млрд. кВт.ч.
34,1	2760	1841	601	27	66

Состав элементной базы и структурная схема КЭС ВРТБ.

– Комплексная энергетическая система ВРТБ включает следующие функциональные элементы:

- модули ВРТБ для преобразования энергии ветра;
- солнечную фотоэлектрическую установку для генерации электрической энергии;
- аккумуляторные батареи для хранения выработанной энергии и обеспечения потребителя электроэнергией;
- ШУЗ ВРТБ – устройство обеспечения корректного функционирования станции, контроля заряда, автоматики;
- Генератор (преобразование механического вращения модулей в электроэнергию);

– инвертор - прибор преобразования постоянного тока, вырабатываемого КЭС, в переменный, требуемый потребителю, с возможностью выдачи электроэнергии в сеть.

Рассмотри схему системы автономного электроснабжения (см. рисунок 3.1). В рассматриваемой структурной схеме солнечная фотоэлектрическая и ветровая энергоустановки совместно подключены к контроллеру заряда аккумуляторных батарей. Конструкция контроллера позволяет передавать вырабатываемые СФЭУ и ВЭУ мощности непосредственно на инвертор, минуя АКБ. В случае избытка или недостатка в системе вырабатываемой мощности контроллер осуществляет заряд или разряд аккумуляторных батарей. В такой системе напряжение ветрогенератора, зависящее от скорости вращения, будет ограничено напряжением буферного аккумулятора. При этом увеличение скорости ветра будет приводить не к росту напряжения на выходе ветрогенератора, а к увеличению зарядного тока аккумуляторов. В ШУЗ КЭС ВРТБ это предусмотрено, и с увеличением зарядного тока, выше чем номинальный ток генератора в цепь включается «лампа» - ограничитель максимального тока. Обеспечение потребителя электроэнергией заданного качества осуществляется с помощью инвертора. Так как в рассматриваемой системе основными источниками электроэнергии являются солнечная и ветровая электроустановки, характер вырабатываемой ими мощности отличается значительной неравномерностью, которая в большинстве случаев сглаживается наличием в системе аккумуляторных батарей. Избыток энергии контролируется блоком автоматики, который от инвертора автоматически подключает

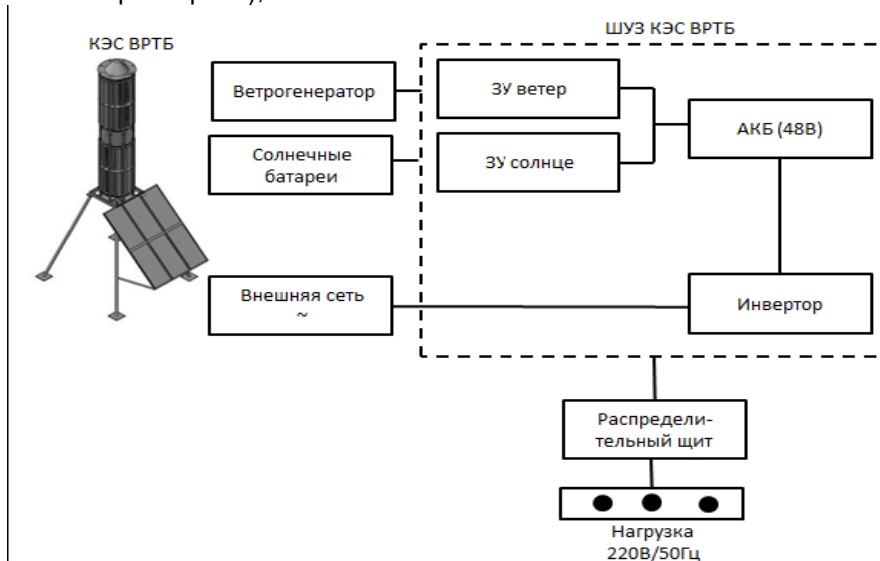


Рисунок 1. Структурная схема системы автономного электроснабжения

КЭС. ВРТЬ также может работать синхронно с местными источниками электрической энергии (внешняя сеть, дизель-генератор и др.). Система автоматики позволяет добиться полностью бесперебойного питания потребителя при продолжительном отсутствии источников энергии (ветер, солнце). Если дом, ферма или хозяйство подключены к общей системе энергообеспечения, то в ветреные дни излишек энергии можно продавать электросетям (неактуально для нашей страны).

В случаях отсутствия и незначительной солнечной активности (электроэнергии от КЭС недостаточно для полного обеспечения электричеством потребителя), питание потребителя будет осуществляться от общей электросети (дизель-генератора), переключение режимов осуществляется автоматически (АВР).

Преимущества ВРТЬ:

- при одинаковых размерах с винтовыми роторные имеют большую площадь
- поверхности и, следовательно, большую мощность (в 2-3 раза);
- не боятся резких кратковременных порывов ветра (шквалов);
- ротор не стоит на месте (в одной плоскости, как воздушный винт), а постоянно уходит от ветра, поэтому установки не боятся штормовых ветров и легко, без дополнительных мер безопасности, в том числе конструктивных, используются в более широком диапазоне ветров (от 2 до 50 м/сек). С повышением скорости ветра только увеличивается устойчивость (эффект волчка или гироскопа);
- эффективная работа при малых скоростях ветра (3-4 м/сек);
- модульность конструкции ротора позволяет наращивать необходимую
- мощность установки за счёт количества модулей;

УДК 631.563.9:546.214

Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, Белгород, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ОЗОНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Аннотация. В статье рассматривается проблема дезинфекции производственных помещений АПК, а также притеснение электротехнологий химическими конкурентами в этой отрасли. Проанализированы характеристики и свойства установок, рассматриваются положительные и отрицательные стороны использования технологии озонирования на предприятиях агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: животноводство, птицеводство, дезинфекция, электротехнологии, озонирование, чистые технологии.

The article discusses the problem of disinfection of industrial premises of the agroindustrial complex, as well as the harassment of electrical technologies by chemical competitors in this industry. The characteristics and properties of the installations are analyzed, positive and negative aspects of the

- возможность монтажа установки на различных площадях (крыши зданий,
- платформы, вышки, мобильные сооружения (бытовки, вагончики и пр.);
- полная бесшумность при всех режимах работы (30 dB на расстоянии 5 при
- ветре 15 м/с);
- отсутствие необходимости флюгерной системы, ориентирующей винт на ветер, что позволяет установке работать при неустойчивых по направлению ветрах, при резкой смене направления ветра;
- сравнительно малая скорость вращения ротора (до 200 об/мин) увеличивает
- ресурс работы подшипников, интервал между смазкой движущихся поверхностей, общий ресурс работы;
- возможность использования приземного низового ветра;
- уникальный генератор с контрвращением;
- простота монтажа и технического обслуживания;
- быстрый ввод в эксплуатацию;
- возможность автономной работы или параллельной работы с другими источниками энергии.

ИСТОЧНИКИ

1. Алимов М.Ш. Основы энергосбережения и энергоэффективности. МОН РК.- Алматы 2015.
2. Яншин С. Атомная и альтернативная энергетика Казахстана// АО НАК Казатомпром.-Астана, 2011.
3. Послания Главы государства народу Казахстана «Стратегия Казахстан-2050- новый политический курс состоявшегося государства».-Указ Президента от 18 декабря 2012 года, № 449.
4. Жумабаев А. Предложения к расширению нормативно-правовой базы энергосбережения и энергоэффективности в экономике РК.-Алматы, 2013.

use of ozonization technology at enterprises of the agro-industrial complex are considered.

Key words: cattle breeding, poultry farming, disinfection, electrotechnology, ozonation, clean technologies.

Для достижения высоких показателей производительности в такой сфере АПК, как животноводство (мясное и молочное) и птицеводство, технология производства перешла в закрытые производственные помещения, а вместе и с ней почти все технологические процессы. При большой концентрации животных, встает вопрос о нормировании гигиенических и санитарных норм в животноводческих и птицеводческих помещениях. Для поддержания порядка и санитарии, нужно выполнять мойку и дезинфекцию помещений, чтобы минимизировать возможность появления очагов заражения и болезней птиц и животных [1].

В настоящее время, при нынешних средствах дезинфекции, которые применяются сразу для мойки и очистки производственных помещений, химические средства дезинфекции преобладают над такими электротехнологиями, как озонирование, ввиду своей рекламной компании, которая подаёт химические дезинфекторы, как коммуникабельные средства для мойки и дезинфекции помещений, ссылаясь на безвредность химических соединений и снижение затрат на мойку, так как все производится сразу. Но, как правило, средства дезинфекции полностью не вымываются и остаются на стенках, полу, мелких щелях в помещении. После чего, оставшиеся химические вещества негативно воздействуют, как на животных, так и на персонал, нанося вред их здоровью, следовательно, и нанося вред продукции, которая поступает к потребителю.

Более прогрессивной и экологически безопасной можно считать такую электротехнологию, как озонирование. Озонирование – это технология очистки воздуха, основанная на использовании газа озона – сильного окислителя.

Озонирование в настоящее время является наиболее прогрессивным методом очистки. Данный метод характеризуется не только высокой эффективностью, но и простотой в обслуживании. Использование технологии озонирования помогает значительно снизить затраты на эксплуатацию очистного оборудования. Озонирование в разы эффективнее, чем дезинфекция ультрафиолетовыми лучами и экономнее дезинфекции ультрафиолетом [2].

Использование генераторов озона в АПК поможет добиться решения проблем сохранности высокого качества продукции и снижения потерь. Что касается непосредственно самой технологии, то в производственном помещении, устанавливается озонатор (генератор озона). Он вырабатывает озон из кислорода, содержащегося в атмосферном воздухе. В ходе производства озона необходимо удалять излишнюю влагу из воздуха, чтобы избежать появления в озонаторе азотной кислоты. В процессе

взаимодействия с окисляющимися химическими веществами и микроорганизмами озон превращается в обычный кислород. Вещества, подвергшиеся окислению, могут перейти в газообразную фазу, выпасть в осадок. Аппарат производит озон высокой концентрации, распространяя его по помещению, при помощи мощного вентилятора. Обладая высокой проникающей способностью, озон заполняет собой весь объём помещения, проникая даже в самые труднодоступные места [3].

Продолжительность работы озонатора для дезинфекции воздуха и помещения воздуха зависит от площади помещения. Заходить в производственное помещение можно уже через 0,5 часа после завершения процедуры, за это время озон самопроизвольно распадается до предельно допустимой концентрации. Для производственных помещений время процедуры озонирования рассчитывается так: 1 минута озонирования на 1 м² помещения, учитывая среднюю высоту потолков составляющую 3–3,5 м. После окончания озонирования необходимо проветрить производственное помещение. При наличии приточно–вытяжной вентиляции на протяжении 0,5 часа, при отсутствии искусственной вентиляции на протяжении 1-1,5 часов.

В ходе озонирования закрытых помещений, таких как холодильные камеры, погреба и т.п., продолжительность озонирования составляет, как правило, 0,1 часа на 1 м³, затем, после процедуры озонирования, нужно создать условия доступа свежего воздуха на 10–15 минут.

Генератор озона состоит из следующих элементов: излучатель, преобразователь, трансформатор, конденсаторы, автогенераторы, транзисторы, тиристоры, резисторы.

Принцип его действия следующий: поток воздуха, всасываемый через отверстие в корпусе, проходит через электрическую дугу, образованную на излучателе, и после преобразований ионизированных частиц, озон подается в корпус озонатора и выходит наружу.

В промышленности можно использовать цилиндрические и пластинчатые озонаторы. Один из электродов озонатора может быть чисто металлическим, а другой обязательно покрыт барьером из диэлектрика, например, стеклом или эмалью.

Цилиндрические озонаторы выполняются из двух цилиндров с общей осью, которые находятся один в другом, создавая некий трубчатый элемент. Цилиндр меньшего диаметра выполняют из диэлектрического материала, покрытого с внутренней стороны металлическим напылением (электрод с барьером), другой цилиндр выполнен из металла. Эти трубчатые элементы соединяются в специальные блоки и

помещаются в емкости со специальной охлаждающей жидкостью, осуществляя охлаждение лишь внешних электродов [4].

Потенциал использования озонаторов в сельском хозяйстве:

- дезинфекция птицеводческих и животноводческих помещений, а также прочих объектов производственных объектов АПК;
- обработка растений в тепличных комплексах, проводя профилактику с вирусными и бактериальными заболеваниями;
- обеззараживание семян и рассады перед их непосредственным посевом и высадкой;
- обработка готовой сельскохозяйственной продукции, для сохранности ее качества и срока хранения;
- обеззараживание туш скота и птиц на мясоперерабатывающих предприятиях;

Достоинства использования озонаторов:

- эффективность уничтожения вирусов, микробов и бактерий достигает отметки почти 100%;
- озон устраняет некоторые неприятные запахи и привкусы;
- озонирование не изменяет кислотность воды и не удаляет из неё необходимые человеку вещества;
- озон уничтожает известные микроорганизмы в сотни раз быстрее, чем прочие дезинфекторы.

Недостатки использования озонаторов:

- высокая стоимость генераторов озона;
- слабая способность озона к разрушению фенольных соединений;
- хранение и транспортировка озона физически невозможна.

Вывод: Регулярное озонирование обеспечит стабильную работу предприятию и позволит избежать проблем с опасными заболеваниями животных и инфекций в сельскохозяйственной продукции.

Использование электротехнологии озонирования поможет решить следующие проблемы: устранение неприятных запахов, дезинфекция, дезинсекция,

дератизация и уничтожение спор плесени, всего лишь за одну обработку озоном.

Таким образом, использование озонирующей установки выгодно, как для производителя, так и для потребителя. Для производителя – путем снижения расходов на химические дезинфекционные мероприятия, более высокий контроль параметров чистоты воздуха в производственных помещениях, что влечет за собой увеличение производительности животных на 2,5-6 %, а также снижение себестоимости продукции. Для потребителя путем установления приемлемой цены на продукцию и высокие показатели её качества.

ИСТОЧНИКИ

1. Нестерова, Н.В. Основные проблемы развития агропромышленного комплекса в России [Текст] / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко, А.С. Галеженко // Проблемы и решения современной аграрной экономики: материалы XXI Международной научно-производственной конференции. п. Майский. 2017. Том 1. – С. 60.
2. Михайленко В.В. Применение технологии озонирования производственных помещений предприятий АПК [Текст] / В.В. Михайленко, Н.В. Нестерова // Молодежный аграрный форум 2018: материалы международной студенческой научной конференции. п. Майский. 2018. Том 1. –С. 273.
3. Нестерова, Н.В. Математическая модель оптимального распределения ресурсов в условиях неопределенности [Текст] / Н.В. Нестерова // Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Материалы II международной интернет-конференции для молодых ученых, посвященной 20-летию кафедры без-опасности жизнедеятельности БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. 2014. С. 62-66.
4. Нестерова, Н.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Международный научный журнал «Символ науки» №1, часть 1. 2016. С. 49-51

**д.т.н., профессор, Н.В. Нестерова,
магистрант, А.Н. Мануйленко**

**Doctor of Technical Sciences, Professor, N.V
Nesterova**

Magister, A.N Manuylenko

Belgorod State Agricultural University named after V.
Gorin, Belgorod, Russia

УДК 620.9:621.482

Н.В. Нестерова, В.А. Суровцев

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, Белгород, Россия

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ В РОССИИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема развития геотермальной энергии в России. Приведен сравнительный анализ развития геотермальной энергетики в России и странах лидерах производства такого рода энергии.

Ключевые слова: Электростанция, экологичность, экономичность, энергия, Россия, неиссякаемость.
Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Belgorod, Russian.

The article deals with the problem of geothermal energy development in Russia. A comparative analysis of the development of geothermal energy in Russia and the countries of the leaders of the production of this type of energy.

Keywords: Powerhouse, ecological, economy, energy, Russia, inexhaustibility

В наш 21 век добыча альтернативных источников энергии таких как энергия ветра солнца, морских приливов и отливов, а также геотермальной энергии, является весьма актуальной. Поскольку в 21 веке очень остро стоит вопрос о экологической безопасности планеты. Ведь не для кого не секрет, что основной причиной глобального потепления на планете является чрезмерно высокий выброс в атмосферу углекислого газа, что в свою очередь приводит к нарушению климата на планете. Одним из средств борьбы с этой угрозой является развитие альтернативных источников энергии, в частности геотермальная энергия.

В западных странах, таких как США, Филиппины, Мексика развитие геотермальной энергии идет довольно успешно. К примеру, возьмем группу американских станций «The Geysers», располагающихся в Калифорнии. В группу входит 22 электростанции общей мощностью 1500 МВт. В штате Калифорния работает станция «Imperial Valley Geothermal Area» установленная мощность которой составляет 570МВт. Более того такой вид электроэнергии обеспечивает около трети электроэнергии всего Сан-Франциско. В Филиппинах суммарная мощность всех энергоблоков составила около 2000 МВт, что в свою очередь обеспечивает 27% всей вырабатываемой электроэнергии в стране. В Польше есть уже четыре электростанции, одна из которых обеспечивает электро-потребность города Закопане.

Геотермальную энергию можно использовать не только как добычу электричества, а также для добычи горячей воды. По такому принципу обеспечивают горячей водой Литовский город Клайпеда.

Геотермальная энергетика – метод получения электроэнергии путем преобразования внутренней тепловой энергии Земли в электрическую энергию. Такой метод получения электроэнергии базирующийся на принципе увеличения роста температуры относительно глубины [1].

Электростанции такого рода, как правило, располагаются в местах там, где есть активные термальные воды. В России такими регионами в первую очередь является Саяно-Байкальская горная система в Бурятии, где количество термальных источников достигает четырех-сотен. Концентрация таких вод также наблюдается в Курило-Камчатском вулканическом поясе. На самой Камчатке найдено 70 групп источников, из которых больше половины нагревается выше 100°C. К перспективным районам можно отнести также Восточно-Сибирский район,

примерная выработка в районе может составить 1514·10¹⁰ МВт·ч, Западно-Сибирский район 3093·10¹⁰ МВт·ч, Северный район 773·10¹⁰ МВт·ч, Северо-Кавказский и Поволжский район с выработкой 1900·10¹⁰ МВт·ч, Дальневосточный район 5000·10¹⁰ МВт·ч.

Есть несколько схем добычи электроэнергии на ГеоТЭС, самая распространенная схема — прямая.

Прямая схема: природный пар направляется по трубам в турбину, соединенные с электрогенераторами. Такой метод получения геотермальной энергии является наиболее перспективным и дешевым, поскольку он не зависит не от солнечной погоды, не от ветряной погоды, и не от того, есть ли вода по близости или нет, что в свою очередь дает бесперебойную добычу эклектической энергии, а также такой вид энергии является возобновляемым и практически не иссекаемым, и к плюсам относится независимость ко времени суток и сезона года, также к плюсам отнесем и то, что геотермальные источники энергии не вредят окружающей среде. Из-за получения геотермальной энергии не возникает парникового эффекта, а также ГеоТЭС не располагаются на большой площади [2].

Затраты на исследования и разработку места бурения, геотермальных залежей, составляют около 50% всей стоимости ГеоТЭС и, следовательно, цена электроэнергии, вырабатываемой на ГеоТЭС довольно таки высока. Так, стоимость всей опытно-промышленной электростанции «Верхнее-Мутновской ГеоТЭС» мощность 12 МВт составила около 300 млн. руб. Однако следует заметить, что отсутствие транспортных затрат на топливо, возобновляемость геотермальной энергии и экологичность добычи электроэнергии и тепла дают возможность геотермальной энергетике превосходно соревноваться на энергетическом рынке, и в некоторых случаях, получать более дешёвую электроэнергию и тепло, чем на традиционных АЭС и ТЭС. Для удалённых районов, таких как Камчатка и Курильские острова ГеоТЭС имеют бесспорные преимущества перед традиционными методами получения электроэнергии [3]. К примеру, возьмем геотермальную электростанцию Паужетская, располагающуюся на Камчатке была возведена в 1966 году и ее мощность составила 12МВт с выработкой 42.544 миллиона кВт·ч. Она обеспечивает электроэнергией 25% всего Камчатского края и при этом за вся время своего существования электростанция никогда не была убыточной, несмотря на то, что в регионе

установлены самые низкие тарифы на электроэнергию.

В свете выше сказанного, предлагается разместить ГеоТЭС на Дальневосточном районе, Северо-Кавказском и Поволжских, поскольку это одни из самых перспективных районов в России для добычи геотермальной энергии. К плюсам этому отнесем и то, что эти районы более удаленные, что сильно затрудняет доставку на традиционные электростанции сырья для их работы, таких как угля или газа.

ИСТОЧНИКИ

1. Матвиенко, М.М. Альтернативные источники энергии [Текст] / Н.В. Нестерова, М.М. Матвиенко // Материалы международной студенческой конференции 2015. С.226.

УДК 631.9

А.В. Обухова, Н.Н. Ключкова, Ю.В. Обухова

Самарский государственный технический университет, г.Самара

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

Промышленные вентиляционные установки потребляют значительное количество всей энергии (как тепловой, так и электрической), расходуемой предприятием — до 70%! Расход энергии на единицу продукции является показателем, по которому аналитики судят об уровне промышленного развития страны. Именно поэтому рационализация этой стороны производства — проблема, решением которой занимаются не только собственники предприятий, но и государство.

Сокращение расхода электроэнергии на вентиляционные установки можно добиться внедрением следующих мероприятий:

- замена старых вентиляторов новыми, более экономичными;
- внедрение экономичных способов регулирования производительности вентиляторов;
- отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов, пересмен и т. п.;
- улучшение работы вентилятора за счет изменения числа оборотов вала, установки угла лопаток на рабочем колесе, поворотом лопаток направляющего аппарата и др.;
- блокировка вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания и закрывания ворот;
- внедрение автоматического управления вентиляционными установками.

Рассмотрим два последних мероприятия более подробно.

Для сокращения расхода электроэнергии на привод вентиляторов тепловых завес в большинстве случаев рекомендуется заблокировать механизм

2. Суровцев В.А. Геотермальная энергия в России [Текст] / Н.В. Нестерова, В.А. Суровцев // Материалы международной студенческой научной конференции «Молодежный аграрный форум – 2018». г. Белгород. 2018. Том 1. С. 292.

3. Нестерова, Н.В. Основные проблемы развития агропромышленного комплекса в России [Текст] / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко, А.С. Галеженко // Проблемы и решения современной аграрной экономики: материалы XXI Международной научно-производственной конференции. п. Майский. 2017. Том 1. С. 60.

**д.т.н., профессор, Н.В. Нестерова,
студент, В.А. Суровцев**

**Doctor of Technical Sciences, Professor, N.V. Nesterova
Student V.A. Surovcev.**

тепловой завесы с устройствами открывания и закрывания ворот. Когда ворота открываются, автоматически включается тепловая завеса, а при закрывании ворот завеса отключается.

В том случае, когда рабочие места находятся близко от ворот, следует устанавливать на тепловые завесы двухскоростные электродвигатели, которые автоматически включаются на высшую скорость при открывании ворот и переключаются на низшую скорость при закрытых воротах. При этом мощность электродвигателя при работе на низшей скорости в 2 раза меньше, чем при работе на высшей скорости.

Обычно тепловая завеса работает на пониженной скорости вентилятора, примерно, 60...70% общего количества часов работы.

Если принять отопительный сезон продолжительностью $T_p = 4000$ ч/год и мощность электродвигателя $P_{д,учм} = 10$ кВт, а электродвигатель с половинной мощностью $P_{д} = 5$ кВт должен работать в течение времени $T = 2400$ ч., то экономия электроэнергии при этом составит:

$$\Delta \mathcal{E} = 5 \cdot 1600 = 8000 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \text{ в год.}$$

Внедрение автоматического управления вентиляционными установками с применением устройств блокировки индивидуальных вытяжных систем, устройств блокировки вентилятора воздушных завес с механизмом открывания ворот и устройств автоматического регулирования и управления вентиляционными установками в зависимости от температуры наружного воздуха, может дать экономию электроэнергии до 50%;

Полученная экономия энергии, в результате

применения комплекса энергосберегающих мероприятий, сокращает срок окупаемости вентиляционной системы, снижает текущие расходы

производства и, соответственно, себестоимость продукции.

УДК 620.97

А.П. Остащенко

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

ГЕЛИОСУШИЛКА ДЛЯ ПОЛЕВОЙ СУШКИ ТОРФА

При разработке торфяных месторождений фрезерным способом торфяная залежь разрабатывается тонкими слоями с поверхности за короткие циклы, что обеспечивает наименьшие трудоёмкость и себестоимость продукции. Технологический цикл включает получение торфяной крошки путем фрезерования верхнего слоя торфяной залежи, сушки слоя до установленной влажности и уборки готовой продукции в штабели. При этом продолжительность технологического цикла в основном определяется временем сушки торфа до определенного влагосодержания. Последнее в значительной степени определяется метеорологическими показателями.

Основными метеорологическими показателями, характеризующими погодные условия периода торфяного производства, являются: число часов солнечного сияния, суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, число ясных дней, число пасмурных дней, число облачных дней, среднемесячная температура воздуха, средняя скорость ветра. С учетом вышеприведенных показателей следует отметить, что возможными путями повышения эффективности процесса полевой сушки торфа является увеличение длительности

солнечного сияния, а также повышение интенсивности солнечного излучения.

Для повышения эффективности сушки фрезерного торфа предлагается использование гелиосушилки, которая включает отражающие поверхности, находящиеся над приемником, воспринимающим солнечную энергию, устройства для фиксации и ориентирования отражающих поверхностей. Схема гелиосушилки представлена на рисунке 1.

Гелиосушилка обеспечивает отражение солнечных лучей на поверхность торфа и, следовательно, увеличение продолжительности его облучения за счет отражения лучей заходящего солнца, а также увеличение плотности потока солнечного излучения. Ключевыми критериями, определяющими эффективность гелиосушилки, являются:

1. Точность наведения. В качестве параметра, характеризующего данный критерий, можно принять телесный угол, представляющий собой максимальный угол, под которым падающее на поверхность гелиосушилки излучение эффективно концентрируется на поверхности приемника.

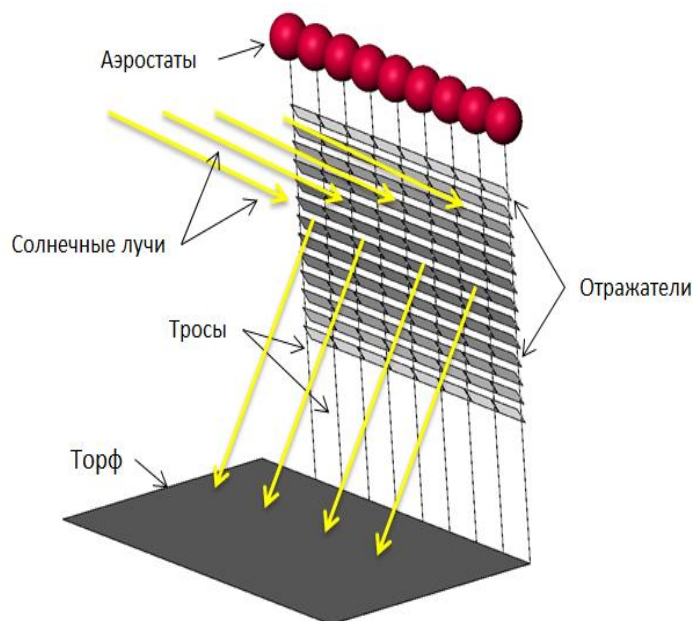


Рисунок 1 – Схема гелиосушилки

2. Степень концентрации. Параметром, характеризующим данный критерий, можно принять коэффициент концентрации, который может быть определен как отношение площади апертуры к площади приемника солнечного излучения [1], либо как отношение плотности потока солнечного излучения, падающего на апертуру, к плотности

потока солнечного излучения, падающего на приемник.

ИСТОЧНИКИ

1. Да Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие / А. да Роза; пер. с англ. под редакцией С.П. Малышенко, О.С. Попеля. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект»; М.: Издательский дом МЭИ. 2010. –704 с.

УДК 620.92

Д.Е. Пашегоров, А.С. Ижевский

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

Аннотация: В статье представлен анализ существующих конструкций ветроустановок. Выявлены их достоинства и недостатки.

В современном мире широкое распространение получили ветроэнергетические установки (ВЭУ). Все существующие ветроустановки преобразуют кинетическую энергию ветра в механическую или электрическую энергию, удобную для практического использования.

Основным элементом этого устройства являются лопасти, которые имеют различные конструктивные исполнения. Поэтому эффективность любой ветроустановки будет зависеть от количества лопастей, а также от их формы.

Существуют два основных параметра сравнения эффективности ветроприемных устройств:

КИЭВ – коэффициент использования энергии ветра, по расчётам ученых максимально возможный КИЭВ может быть 59%;

TSR – (Tip Speed Ratio) – это отношение окружной скорости лопастей к фактической скорости ветра, соответственно, чем выше значение TSR, тем эффективнее работает ветротурбина.

Рассмотрим основные виды конструкций.



Рисунок 1 – Ротор Савониуса.

Savonius – (ротор Савониуса), эти турбины являются самыми тихоходными, и как следствие имеют низкий КИЭВ (около 15%). При этом у «Савониуса» есть и свои плюсы, такие как низкий уровень шума, небольшая занимаемая площадь, отличная работа на малых ветрах (3-5 м/сек). И поскольку этот ротор с вертикальной осью вращения, то он не нуждается в устройствах ориентирования по ветру, что сильно упрощает конструкцию.



Рисунок 2 – Американская многолопастная турбина.

American multiblade (американская многолопастная турбина) – на рис. 2 изображен классический вариант этой турбины. Этот ротор более эффективный чем «Савониус», так же хорошо работает на малых ветрах, но требует наличия флюгера для ориентирования на ветер и защиты от

очень сильных ветров. Эта ветротурбина так же является тихоходной, по причине большого количества лопастей, поэтому КИЭВ этой ветроустановки около 30 процентов.



Рисунок 3 – Высокоскоростной пропеллер.

Высокоскоростной пропеллеры – это самые высокотехнологические ветроустановки. Аэродинамический профиль лопастей снижает сопротивление воздуха, благодаря чему удалось добиться высокой эффективности (КИЭВ около 48%). Умная электроника таких установок направляет пропеллер навстречу ветру, а также регулирует угол

УДК 621.311

Е.В. Певчева, В.И. Доманов

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» г. Ульяновск

АНАЛИЗ СЕЗОННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ТЕПЛИЧНЫМ КОМБИНАТОМ

В настоящее время рынок энергоресурсов Российской Федерации представлен оптовым рынком электроэнергии и товарно - сырьевыми биржами приобретения природного газа. Закупки электроэнергии обеспечивает рынок на основании долгосрочных двусторонних договоров, заявками на сутки вперед и балансирующим рынком. Для закупки

атаки лопастей (для защиты от ураганных ветров). В настоящее время в большой энергетике используют только такие ветротурбины. К сожалению, для нормальной работы высокоскоростной турбины необходим ветер от 7 до 12 м/сек, поэтому работать она может далеко не в каждой местности, плюс к этому высокий уровень шума, не позволит установить такую штуку во дворе собственного дома.

Таким образом, в данной статье были рассмотрены различные ветроустановки, проведено сравнение их достоинств и недостатков. Так, проанализировав некоторые из ВЭУ, можно сделать вывод о том, что наиболее экономичными и эффективными являются высокоскоростные пропеллерные установки.

ВЭУ с горизонтальной осью вращения имеет следующие преимущества:

- малое количество лопастей, что существенно упрощает процесс монтажа;
- лопасти достаточно прочные и способны выдерживать образование гололеда;
- высокая скорость вращения позволяет использовать более дешевые генераторы.

ИСТОЧНИКИ

1. Абдуллин, И.А. Энергоэффективная ветроэлектрическая установка / И.А. Абдуллин, Г.Г. Богатеев, А.Б. Бекбаев, Е.В. Петрова // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №10. – С.111-115.
2. Дайчман Р. А. Выбор ветроустановок для систем автономного электроснабжения // Молодой ученый. – 2015. – С. 117-121.
3. Ветрогенераторы с многолопастным ротором с направляющим аппаратом // URL: <http://reon.by/ob-energetike/energiya-vetra/80-002> (дата обращения 05.04.2018).

Д.Е. Пашегоров, студент 1 курса магистратуры
А.С. Ижевский, научный руководитель доцент, к.с.-х.н.

показывающий годовое распределение затрат тепличного комбината на энергоносители.

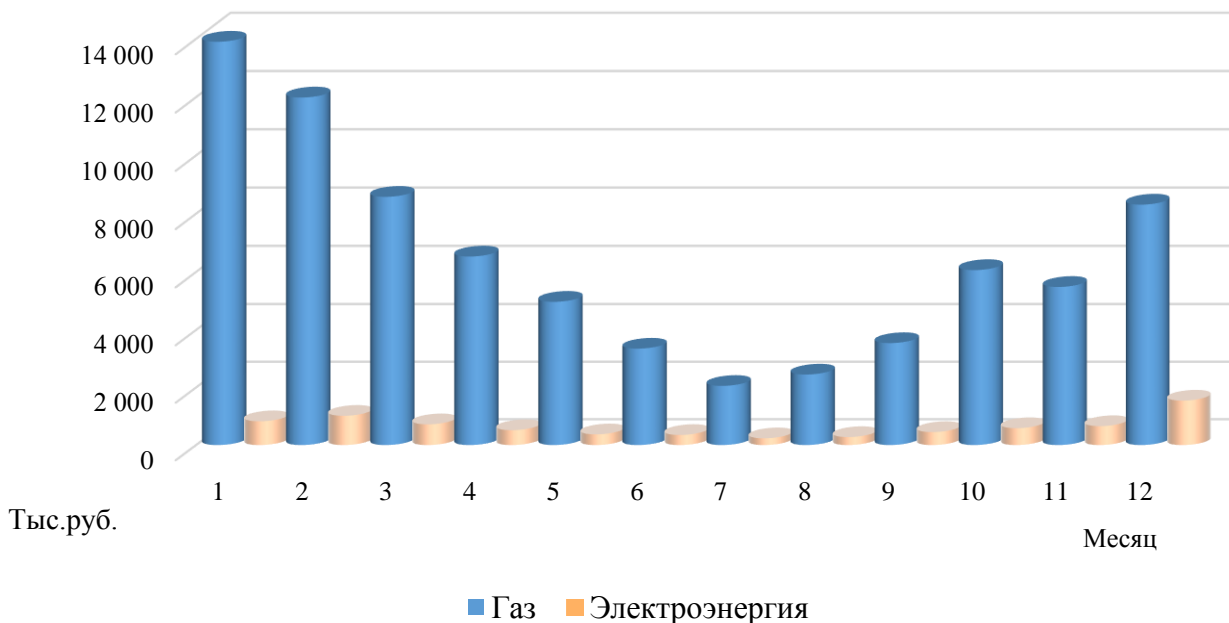


Рисунок 1. Годовые затраты на энергоносители

На основании суточного потребления энергоресурсов, построен график профилей нагрузок. В качестве обобщенного показателя энергоресурсов используется ТУТ (тонна условного топлива) [4].

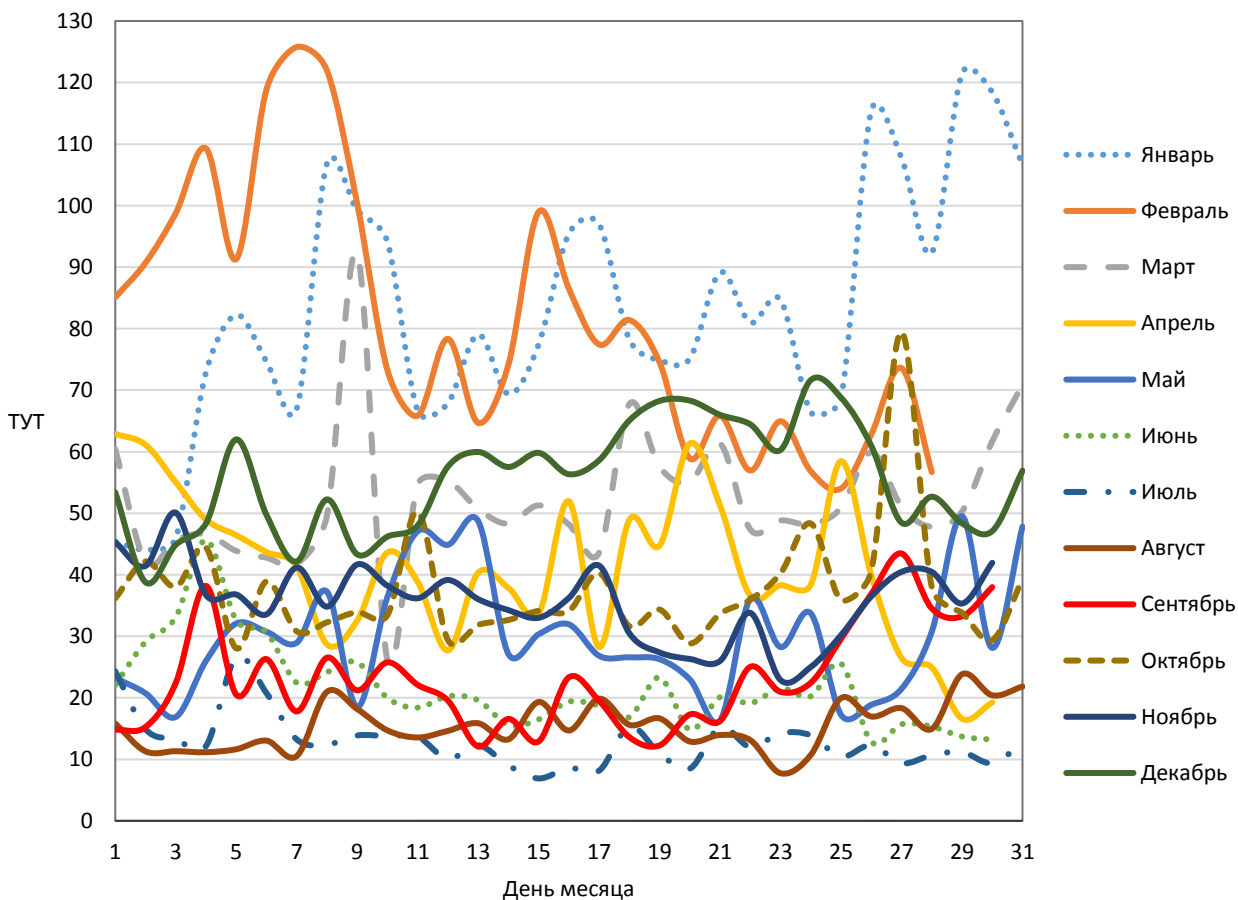


Рисунок 2. Графики потребления энергоресурсов, ТУТ

Основным возмущающим фактором влияния на месяцам, имеются повторяющиеся, но различные по является наружная климатическая обстановка. При составе и мощности нагрузки энергетического рассмотрении технологии работы предприятия по оборудованию. Суточные величины потребления

могут отличаться в 18 раз. Такое влияние оказывают изменения наружной солнечной радиации (ясно или пасмурно), температуры воздуха, скорости ветра, влажности воздуха.

Потребление энергоресурсов распределяется следующим образом: зимой - составляет 45%, весной - 25%, летом - 10%, осенью - 20%. Меньшее потребление в осенний период объясняется технологической паузой.

Выводы:

- Ретроспективный анализ потребления показывает значительные разбросы данных.

- Максимум потребления энергоресурсов и затрат приходится на зимний период. Можно предположить, что наибольшая эффективность технических мероприятий будет наблюдаться в зимние месяцы.

- Неравномерное суточное потребление энергоресурсов не позволяет проводить прямые закупки энергоресурсов на оптовых рынках. Необходима разработка математической модели потребления энергоресурсов тепличным комбинатом.

УДК 628.9

А. Ю. Плешакова, В. Б. Файн, Р.В. Банин, С.А. Иванова, В.А. Захаров

Южно – Уральский ГАУ, г. Челябинск

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАМЕНЫ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА СВЕТОДИОДНОЕ (НА ПРИМЕРЕ ВУЗА)

Аннотация. В качестве объекта исследования выбрана осветительная установка корпуса Энергетического факультета Южно-Уральского ГАУ. Проведены измерения освещенности и коэффициента пульсации освещенности в аудиториях и лабораториях факультета. Выявлено несоответствие этих показателей нормируемым значениям. Дана технико-экономическая оценка замены люминесцентного освещения на светодиодное, которая необходима для реализации постановления правительства РФ №898.

Ключевые слова: освещенность, коэффициент пульсации освещенности, рабочая поверхность, люксметр-пульсметр, постановление правительства.

Правительство России ужесточило требования к эффективности систем освещения, закупаемого для государственных нужд. 28 августа 2015 года председатель правительства РФ **Дмитрий Медведев** подписал постановление №898 о внесении изменений в правила закупки средств освещения для муниципальных и государственных предприятий. С 1 июля 2016 года запрещено покупать люминесцентные лампы с цоколем G13 и светильники, в которых они используются.

Переход на светодиодное освещение обеспечивает решение нескольких важнейших задач:

- 1) снижение затрат на электроэнергию;
- 2) улучшение экологической ситуации;
- 3) снижение эксплуатационных расходов;
- 4) снижение коэффициента пульсации освещенности (например, для светодиодного

ИСТОЧНИКИ

1. Гукасова Н.Р. Инструменты повышения энергоэффективности российской промышленности. // Экономика, автоматика и информатика. – 2015г. №1. – С. 144-148.

2. Доманов В.И. Анализ основных узлов энергосистемы тепличного комбината и способов снижения энергозатрат / Доманов В.И., Певчева Е.В. // Промышленные АСУ и контроллеры. 2017. № 3 – С. 3-10.

3. Семенов В.С. Преимущества локального энергосбережения. / Семенов В.С., Золотов В.П. // Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки». – 2012г. №2 (34). – С. 225-228.

4. Постановление Госкомстата от 23 июня 1999 г. №46 «Об утверждении «методологических положений по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой».

Е.В. Певчева аспирант E-mail: pevche@ya.ru
(ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет») г. Ульяновск
В.И. Доманов канд. техн. наук, доцент E-mail: andrew.domanov@gmail.ru

светильника Navigator ДПО 36 Вт коэффициент пульсации, по нашим данным, составляет около 3%).

Следует отметить, что пульсации освещенности в настоящее время уделяют все большее внимание, поскольку она негативно сказывается на зрительной работоспособности и нервной системе человека [1-12]. Поэтому существуют нормы, ограничивающие коэффициент пульсации освещенности.

Таблица 1 – Нормы освещенности и коэффициента пульсации освещенности для высших учебных заведений [13,14]

Вид освещаемого объекта	Освещенность, лк, не менее	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Кабинеты и комнаты преподавателей (на столах, Г-0,8).	400	15
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории техникумов и высших учебных заведений (на столах, Г-0,8).	400	10

Нами были проведены измерения освещенности и коэффициента пульсации освещенности в помещениях энергетического факультета Института агроинженерии Южно-Уральского ГАУ¹.

Измерения проводились в темное время суток, чтобы исключить влияние естественного света. Для измерений мы выбрали лаборатории кафедры электрооборудования и электротехнологий, а также лекционные залы.

Параметры измеряли на рабочих поверхностях (столах, доске, лабораторных стендах и на шкалах приборов) люксметром-пульсметром «RADEX LUPIN» [11], который позволяет измерять и освещенность, и коэффициент пульсации освещенности. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений освещенности и коэффициента пульсации освещенности в помещениях энергетического факультета

Рабочая поверхность							
Столы		Доска		Лабораторные стенды		Шкалы приборов	
E _{min} -E _{max} , лк	K _p min- K _p max	E _{min} -E _{max} , лк	K _p min- K _p max	E _{min} -E _{max} , лк	K _p min- K _p max	E _{min} -E _{max} , лк	K _p min- K _p max
Лаборатория электропривода и электрооборудования							
107-221	19,4-38,9	91,5-92,5	25,8-26	64,6-192	16,5-39,6	65,2-114	17,3-36,8
Научная лаборатория кафедры							
219-330	23,2-23,9	-	-	395-400	11,6-12	-	-
Лаборатория эксплуатации электрооборудования							
579-690	11,9-21	222-281	7,23-20,9	80-347	28,9-32,6	45,9-114	14,9-32,2
Лаборатория электрических машин постоянного тока и трансформаторов							
380-425	14,4-14,7	307-308	13,1-13,2	162-440	7,4-14	146-266	7,3-16,2
Лаборатория машин переменного тока							
437-438	16,3-16,6	158-159	19,4-19,9	30-291	12-33,9	48-228	11,2-30,4
Лаборатория электротехнологии							
405-524	21,5-23,9	269-271	21,4-21,8	346-359	27,5-29	142-523	22,1-24
Лаборатория монтажа электрооборудования и средств автоматизации							
189-286	16,8-18,2	150-152	17,8-18,3	118-170	18,3-28,8	80-138	18,5-22,1
Лаборатория ремонта электрооборудования							
208-240	35,9-37,4	109-110	36,4-36,7	90-159	34,6-35,9	46,3-84	34,4-40
Лаборатория электропривода сельскохозяйственных машин							
237-333	15,2-16,4	176-177	15,3-15,4	262-280	14,7-15,9	91,9-118	14,2-15,6
Лаборатория электропривода							
360-520	8,4-9,3	259-260	8,8-9,01	295-495	8,7-9,1	195-276	8,57-9,3
Лаборатория светотехники							
241-412	9,6-11,7	107-108	11,1-11,2	115-333	8,8-11,2	51-131	9,08-10,5
Лекционная аудитория							
241-390	19,1-25,4	271-273	22,2-22,4	-	-	-	-
Лекционный зал №1							
287-518	16,9-24,2	194-195	22,2-22,4	-	-	-	-
Кафедра электрооборудования и электротехнологий							

¹ В измерениях участвовала студентка группы 402 Чуйкина С.И.

Рабочая поверхность							
Столы		Доска		Лабораторные стенды		Шкалы приборов	
E _{min} -E _{max} , лк	K _{п min} - K _{п max}	E _{min} -E _{max} , лк	K _{п min} - K _{п max}	E _{min} -E _{max} , лк	K _{п min} - K _{п max}	E _{min} -E _{max} , лк	K _{п min} - K _{п max}
270-520	27,9-30	214-219	28,1-28,4	-	-	-	-
Лекционный зал №2							
219-489	30-32,8	228-230	30-31,1	-	-	-	-

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что практически во всех помещениях фактические значения освещенности и коэффициента пульсации освещенности не соответствует нормам (таблица 1). Следовательно, есть необходимость в замене существующей системы освещения на такую систему, которая отвечала бы предъявляемым требованиям. В связи с этим, а также с учетом постановления правительства №898 нами рассмотрен вариант светодиодного освещения.

Выполнив светотехнический расчет в программе DIALux для здания энергетического факультета, мы получили результаты, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики светодиодных светильников, выбранных для осветительной установки

Тип светильника	Марка	Мощность, Вт	Кол-во, шт	Общая мощность светильников, Вт	Цена, руб	Всего, руб
V1-AO-00270-01SOO-2003640+V2-AO-MPOO-02.2.0017.20	Вартон	36	79	2844	2153	170087
V1-AO-00070-01SOO-2003640+V2-AO-PROO-00.2.007.25	Вартон	38	24	912	2076	49824
ДПО 52-40-102	АСТ3	38	250	9500	2911	727750
ДПО 52-60-202	АСТ3	58	91	5278	4512	410592
V1-EO-00270-01000-2003639+ V2-AO-PROO-00.2.017.25	Вартон	36	325	11700	2631	855075
BASE LED 1200*600	Световые технологии	49	13	637	5649	73437
V1-IO-70210-03SOO-6505465+V2-IO-IPPO-02.3.0210.18	Вартон	54	9	486	4600	41400
ИТОГО			791	31357		2328165

Также нами был выполнен расчет экономических показателей предложенной осветительной установки.

Капитальные вложения:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4,$$

где K₁ – стоимость демонтажа светильников с люминесцентными лампами, руб.

K₂ – стоимость светодиодных светильников, руб.

K₃ – транспортно-складские расходы, принимаем 12% от K₂.

K₄ – стоимость монтажа светодиодных светильников, руб.

$$K_1 = N * D,$$

где N – число светильников в здании (N=791, см. таблицу 3);

D – стоимость демонтажа одного светильника (50 руб./шт).

$$K_3 = 0,12 * K_2,$$

$$K_4 = N * M,$$

где M – стоимость монтажа одного светодиодного светильника, 300 руб./шт.

$$K_1 = 791 * 50 = 39550 \text{ руб.}$$

$$K_2 = 2328000 \text{ руб. (см. таблицу 3)}$$

$$K_3 = 0.12 * 2328000 = 279400 \text{ руб.}$$

$$K_4 = 791 * 300 = 237300 \text{ руб.}$$

$$K = 39550 + 2328000 + 279400 + 237300 = 2884400 \text{ руб.}$$

Экономия годовых издержек:

$$\Delta И = (P_{\text{сущ}} - P_{\text{расч}}) * T_{\text{max}} * C,$$

где $P_{\text{суц}}$ – электрическая мощность, потребляемая существующей осветительной установкой ($P_{\text{суц}} = 67$ кВт);
 $P_{\text{расч}}$ – электрическая мощность, которую будет потреблять осветительная установка после замены ламп, кВт ($P_{\text{расч}} = 31$ кВт, см. таблицу 3);
 $T_{\text{мах}}$ – годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки (принято 1600 ч);
 $C = 5,91$ руб/кВт – тариф за электроэнергию.

$$\Delta И = (67 - 31) * 1600 * 5,91 = 340400 \text{ руб/год},$$

Срок окупаемости:

$$T = \frac{K}{\Delta И},$$

$$T = \frac{2884400}{340400} = 8,5 \text{ года}.$$

Для корректного сравнения существующего варианта освещения с предложенным нужно учитывать то, что нынешняя система с люминесцентными светильниками не обеспечивает нормируемую освещенность. Для достижения нужного уровня освещенности мощность существующей осветительной установки должна быть повышена во столько раз, во сколько нормируемая освещенность выше фактической (предполагается, что световая отдача всех используемых в настоящее время ламп одинакова).

Был рассчитан повышающий коэффициент:

$$K_E = \frac{E_{\text{норм}}}{E_{\text{ср}}},$$

где $E_{\text{норм}}$ – нормируемая освещенность ($E_{\text{норм}} = 400$ лк);
 $E_{\text{ср}}$ – средняя по зданию фактическая освещенность ($E_{\text{ср}} = 273$ лк).

$$K_E = \frac{400}{273} = 1,47.$$

Таким образом, для обеспечения нормированной освещенности необходимо повысить мощность существующей осветительной установки в 1,47 раза.

$$P_{\text{суц}} = 67 * 1,47 = 99 \text{ кВт}.$$

Тогда экономия годовых издержек составит:

$$\Delta И = (99 - 31) * 1600 * 5,91 = 643000 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Срок окупаемости в этом случае снижается:

$$T = \frac{2884400}{643000} = 4,5 \text{ года}.$$

Хотелось бы отметить, что при повышении тарифа на электроэнергию срок окупаемости также будет снижаться.

Предлагаемая осветительная установка со светодиодными светильниками обеспечивает необходимый уровень освещенности; возможно, один из важных показателей качественного освещения –

коэффициент пульсации освещенности – также будет соответствовать нормам.

ИСТОЧНИКИ

- ГОСТ Р 54945-2012 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности. М.:Стандартинформ, 2012. 10 с
- Справочная книга по светотехнике/Г.Н. Рохлин [и др.] ;под ред. Ю. Б. Айзенберга. М. : Знак, 2006. 972 с.
- Арексис Л. О пульсациях выпускаемых ламп / Л. Арексис ,С. Китсинелис, Ж. Циссис / Светотехника. 2012. №3. С. 58-63.
- Ильина Е.И. Почему не принимаются меры для снижения пульсации освещенности / Ильина Е.И, Частухина Т.Н / Светотехника. 2005. № 4. С. 71-73.
- Пульсация, освещенность и яркость [сайт]. URL: <http://ekosf.ru/stati/525-pulsacii> (дата обращения 10.01.18)
- «Aledo» - светодиодные системы [сайт]. URL: <https://aledo-pro.ru/articles/view/pulsaziya/> (дата обращения 10.01.18)
- Стробоскопический эффект [сайт]. URL:<http://energ2010.ru/stroboskeff.htm> (дата обращения 10.01.18)
- Мамаев С. Пульсации освещенности: проблемы, метрология и расчет // LUMEN&EXPERTUNION. 2013. №3. С. 101-108.
- ГОСТ 17677-82 Светильники. Общие технические условия
- Руководство пользователя радекс люпин <https://www.quarta-rad.ru/getfile.php?id=52>
- Сайт программы радекслайт <https://www.quarta-rad.ru/catalog/luxmetr/luxmetr-pulsmetr-yarkomer-radex-lupin/>
- Котов С.Расчет коэффициента пульсации в осветительных установках // LUMEN&EXPERTUNION. 2013. №3. С. 110-118.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
- СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение. М. : Министерство регионального развития РФ, 2010. 72с.
- Энергоэффективные решения [сайт] <http://www.eco-nrg.ru/> (дата обращения 13.02.18)

Информация об авторах

Плешакова Анна Юрьевна, ЮУрГАУ, магистрант второго года обучения; sharpilova.anna@mail.ru; 89525288949

Файн Вениамин Борисович, ЮУрГАУ, доцент кафедры ЭОЭТ, к.т.н., доцент; veniamin.fine@yandex.ru ; 2635603

Банин Роман Валерьевич, ЮУрГАУ, заведующий кафедрой ЭОЭТ, к.т.н., доцент; barom@mail.ru; 2635603

Иванова Светлана Александровна, ЮУрГАУ, декан Энергетического факультета, к.т.н., доцент; svetlanaivanova-ivanova@yandex.ru; 2631923

Захаров Владимир Алексеевич, ЮУрГАУ, доцент кафедры ЭОЭТ, к.т.н., доцент; 2635603

А.Н. Проценко, А.В. Танаев

Самарский государственный технический университет, г. Самара

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ ПРИ ЗАКАЛКЕ ШАРОВ ПОДШИПНИКОВ

Аннотация. В статье приведён краткий обзор комбинированного агрегата для индукционной закалки шаров. В результате анализа выявлены его основные недостатки, связанные с неравномерным нагревом шара в индукторе. Предложена конструкция индуктора, позволяющая осуществить равномерный поверхностный нагрев шаров и, как следствие, устранить некоторые недостатки, присущие ранее упомянутому агрегату. Для подтверждения выдвинутых предположений проведены вычислительные эксперименты с использованием программного пакета для конечно-элементного моделирования Cedrat FLUX 10.4.

Ключевые слова: индукционный нагрев, индукционная закалка, равномерный нагрев, подшипники качения, шарикоподшипники, шарика.

1. Введение

Повышение качества и долговечности подшипников качения неразрывно связано с совершенствованием технологии и оборудования для термической обработки. Основными направлениями для совершенствования технологии термообработки деталей подшипников являются [2]:

- концентрация технологических операций (для обеспечения непрерывности и точности производства);
- интенсификация нагрева и обеспечение равномерности нагрева;
- максимальная автоматизация технологического процесса;
- применение защитных атмосфер.

Реализации данных направлений способствует применение индукционного нагрева. Благодаря высокой скорости нагрева и точному воспроизведению режима он приходит на смену классическому пламенному и электропечному нагреву.

Данная статья посвящена исследованию индукционного нагрева шаров подшипников для последующей закалки, как наиболее ответственных деталей, качество которых влияет на срок работы всего подшипника в целом.

2. Технологии изготовления шаров подшипников

В настоящее время для изготовления шаров применяются эффективные методы поперечной и поперечно-клиновой прокатки. Полученные в результате прокатки шары отжигают с целью их смягчения. Это облегчает последующую

механическую обработку, а также подготавливает структуру стали к последующей закалке.

Закалка включает в себя технологические операции нагрева и быстрого охлаждения. В конце цикла нагрева температура на поверхности шаров должна быть однородной для предотвращения возникновения нежелательных напряжений, пятнистой твёрдости и растрескивания.

3. Отечественный опыт создания комбинированных установок для закалки шариков подшипников

Примером отечественных установок может служить агрегат для термообработки шаров, предложенная инженером А.П. Морозовым в 1960 г. Его конструкция представляет собой последовательно расположенные индукционную нагревательную установку и канальную электрическую печь. Общий вид агрегата приведён на рисунке 1 [1].

Выбор такой конструкции обусловлен тем, что при нагреве шара в соленоидальном индукторе нельзя добиться однородной температуры поверхности шара без изменения положения его оси вращения в процессе нагрева. Поэтому шары нагреваются в индукторе, а затем в течение длительного времени выдерживаются в канальной электрической печи для гарантированного достижения требуемой равномерности нагрева.

Указанная конструкция позволяет добиться высокой однородности температуры на поверхности шаров. Однако она наследует все недостатки, присущие электропечным установкам: долгое время выхода на рабочий режим; большие тепловые потери; тепловая инертность.

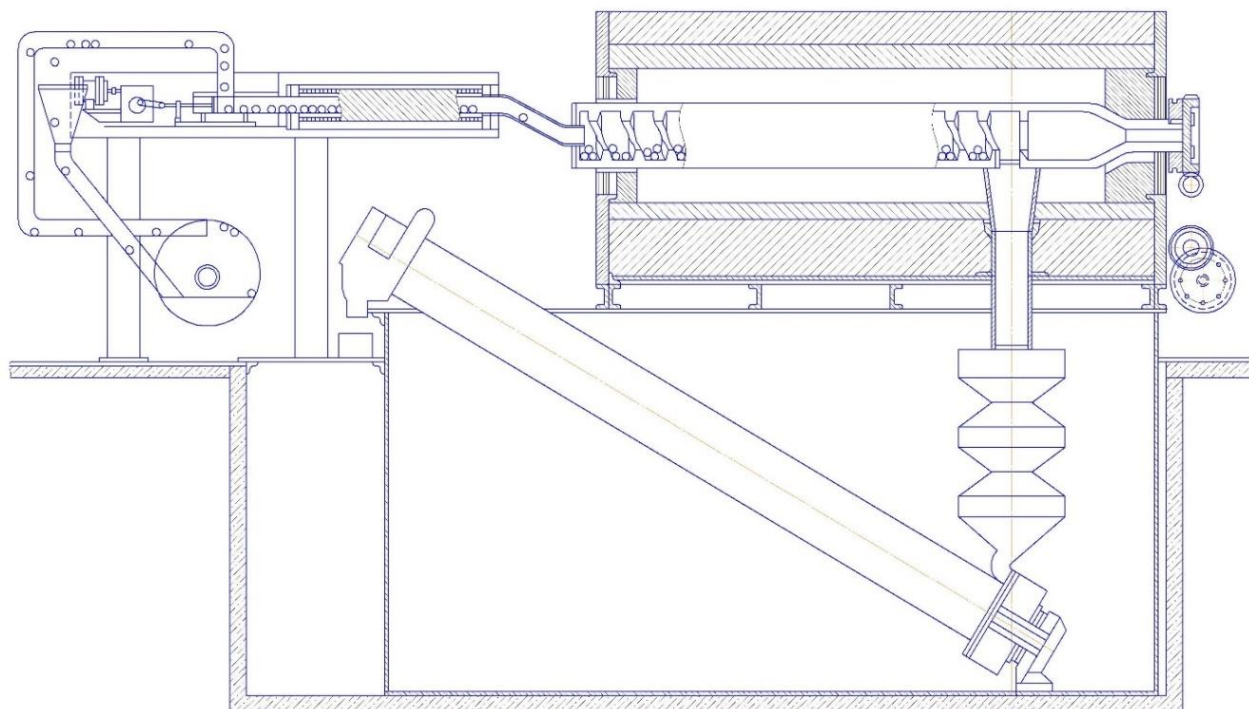


Рисунок 1 Агрегат для индукционной закалки шаров

Применение данной конструкции агрегата для закалки шаров приводит к дополнительным энергозатратам, связанным с нагревом сердцевин шаров. Кроме того, возрастают капитальные затраты на устройство печи, а также стоимость эксплуатации и обслуживания.

Для ликвидации указанных выше недостатков необходимо создание такого электромагнитного поля в индукторе, которое гарантировало бы равномерное тепловое поле на поверхности детали.

Большой вклад в решение проблем равномерного нагрева тел сложной формы внесли Вологодин В.П., Бабат Г.И., Немков В.С., Титов С.С., Кувалдин А.В., Lupi S., Forzan M. и другие [2,3,4,5].

4. Индуктор для равномерного нагрева поверхности шаров

Как было сказано, осуществить равномерный нагрев поверхности шара в соленоидальном индукторе сложно, поэтому в данной статье

предлагается иная конструкция индуктора для осуществления нагрева шара.

Предлагаемый индуктор состоит из нескольких индуктирующих проводников, каждый из которых изогнут по цилиндрической винтовой линии.

Цилиндрическая винтовая линия может быть представлена как траектория точки, совершающей два движения – равномерное вдоль прямой линии и вместе с тем равномерное вращательное вокруг оси, параллельной этой прямой.

При этом перемещение точки вдоль оси за полный оборот винтовой линии принято называть шагом винтовой линии. А расстояние от точки до оси вращения – ходом винтовой линии. Данные величины являются параметрами, определяющими винтовую линию.

Общий вид индукционной нагревательной установки (ИНУ) представлен на рисунке 2.

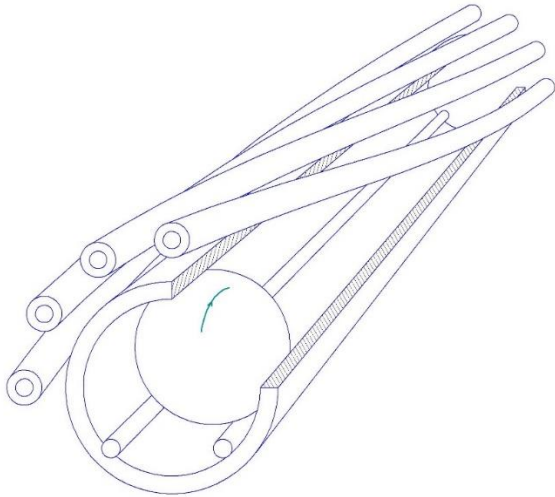


Рисунок 2 Индукционная нагревательная установка для нагрева шаров в поперечном электромагнитном поле. Общий вид

Индуктор охватывает верхнюю половину установки, вследствие того, что:

1. длина установки равна $\frac{1}{4}$ шага винтовой линии;
2. концы индуктирующих проводников, равномерно распределены по четверти окружности (рис. 2).

Число индуктирующих проводников в группе может отличаться от представленного на рисунке 2 при условии их равномерного распределения по четверти окружности.

Выбор такой формы индуктора объясняется следующим. При помещении шара внутрь индукционной нагревательной установки в нём под действием наведённой ЭДС индуцируется ток. При этом ток в шаре имеет направление противоположное току в индуктирующих проводниках. Все проводники в группе электрически соединены параллельно, поэтому ток в шаре замыкается по поверхности шара со стороны, противоположной той, что обращена в данный момент к проводникам. При этом на поверхности шара образуется "пояс" с наибольшей плотностью тока (рис. 3).

В процессе движения шара сквозь индукционную нагревательную установку взаимное положение шара и проводников изменяется, что в сочетании с вращением шара вокруг своей оси способствует значительно более равномерному нагреву его поверхности по сравнению с соленоидальным индуктором.

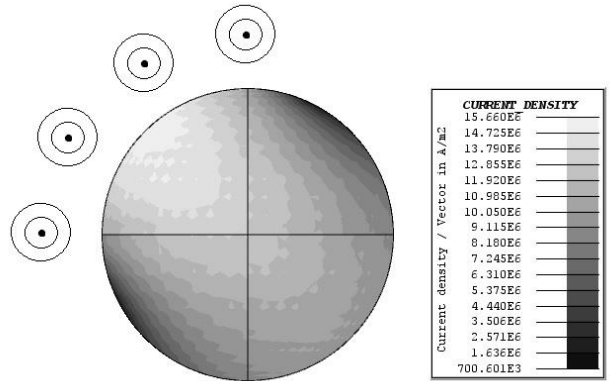


Рисунок 3. Плотность тока на поверхности шара

Направляющие служат опорой для нагреваемых деталей (шаров), которые свободно прокатываются по ним (без соприкосновения с другими шарами) и обеспечивают движение центра шара вдоль оси винтовой линии.

В случае необходимости увеличения мощности индукционной нагревательной установки можно использовать две группы проводников, расположенные осесимметрично одна относительно другой. Электрическое соединение проводников в группе параллельное, а между группами – последовательное.

Как известно, высокая сложность уравнений для трёхмерных задач не позволяет аналитически рассчитать электромагнитное поле, обеспечивающее равномерный поверхностный нагрев шара. В связи с этим для проверки предложенной конструкции индуктора было применено численное моделирование.

3. Математическое моделирование

Моделирование процесса нагрева заключается в совместном решении электромагнитной и тепловой задач, с учётом нелинейности физических свойств материала нагреваемой детали.

Поле, относительно магнитного векторного потенциала, описывается следующим уравнением [2,4]:

$$j\omega\sigma A + \text{rot}\left(\frac{1}{\mu} \text{rot}A\right) = J \quad (1)$$

Где ω - угловая частота, σ - электрическая проводимость, μ - магнитная проницаемость и J – плотность тока.

Нестационарное тепловое поле описывается уравнением:

$$\gamma c \frac{\partial T}{\partial t} + \text{div}(-\lambda \text{grad}T) = q \quad (2)$$

Где λ - теплопроводность, T – температура, γ - плотность, c – удельный нагрев. Вихревые токи, индуцированные в электропроводящем нагреваемом теле, создают специфические Джоулевы потери q :

$$q = \sigma \left(\frac{\partial A}{\partial t} \right)^2 \quad (3)$$

4. Численное моделирование

Численное моделирование связанных полей проведено с помощью программного пакета для конечно-элементного моделирования Cedrat FLUX [7].

Время нагрева равно 2,5 с. Электромагнитная задача решалась с интервалом времени 0,005 секунд. В результате расчета электромагнитного поля было получено распределение источников тепла в нагреваемой детали, которое использовалось при решении нестационарной тепловой задачи в течение следующего интервала времени.

Расчётная область модели разбита на 45 000 элементов. Некоторые исходные данные численной модели приведены в таблицах 1 и 2 [6].

Таблица 1. -Основные параметры численной модели

Параметр	Значение	Ед. изм.
Диаметр шара	20	мм
Диаметр индуктора внутренний	26	мм
Число индуктирующих проводников	4	мм
Диаметр проводника	4	мм
Материал шара	Сталь ШХ15	
Материал индуктора	Медь М1	
Температура окружающей среды	20	°С
Начальная температура шара	20	°С

Таблица 2.Свойства материалов

	Плотность, кг/м ³	Теплоёмкость, Дж/кг·К	Теплопроводность, Вт/м·К	Электрическое сопротивление, Ом·м	Температурный коэффициент сопротивления	Относительная магнитная проницаемость	Точка Кюри, °С
Воздух	1,22	1005				1	
Сталь ШХ15	7850	460	28	4,35 · 10 ⁻⁷	0,012	16	760
Медь М1	8940	390	387	17,8 · 10 ⁻⁹	0,00411	1	

В результате численного моделирования были получены температурные поля на поверхности и по

сечению обрабатываемого шара, показанные на рисунках 4 и 5.

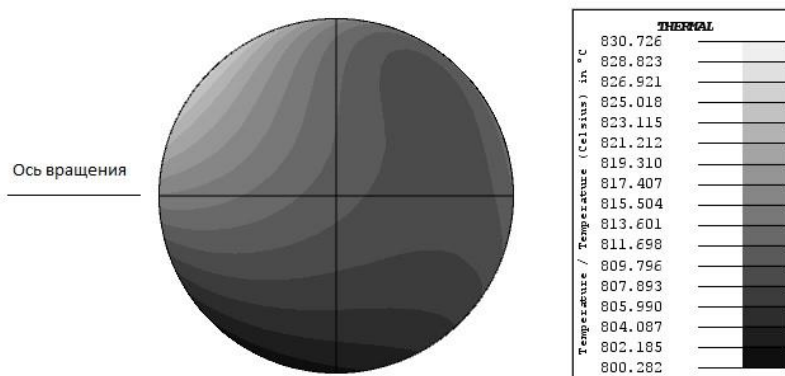


Рисунок 4. Температурное поле на поверхности шара, τ=2,5 сек.

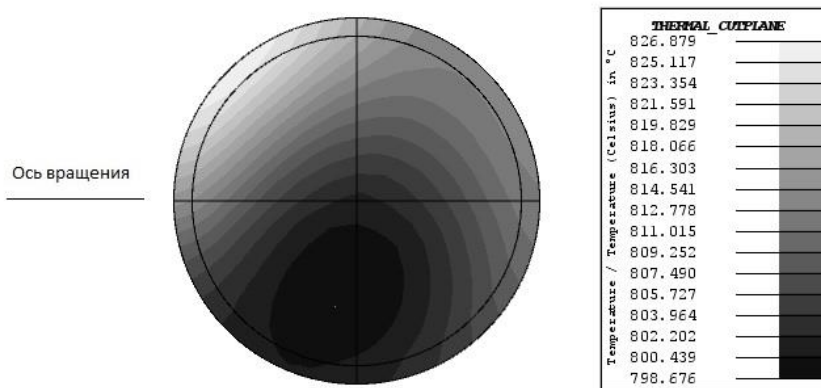


Рисунок 5. Температурное поле по сечению шара, $t=2,5$ сек.

ИСТОЧНИКИ

Высокая равномерность позволяет использовать предлагаемую установку как для сквозного нагрева так и для нагрева под последующую поверхностную закалку.

Применение предлагаемого устройства для высокочастотной термообработки деталей шарообразной формы позволяет добиться высокой равномерности нагрева шаров. При этом становится возможным уменьшение длины канальной печи при сквозном нагреве шаров, или полный отказ от последней при работе установки на поверхностную закалку.

1. Морозов А.П. Термообработка без окисления и обезуглероживания [Текст] / А.П. Морозов, Ю.В. Футорянский. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1967. – 90 с.

2. Слухоцкий А.Е. Установки индукционного нагрева [Текст] / А.Е. Слухоцкий, В.С. Немков, Н.А. Павлов. — Л.: Энергоиздат, 1981. – 328 с.

3. Rudnev V. Handbook of Induction Heating / V. Rudnev // Marcel Dekker Inc., New York. – 2003.

4. Немков В.С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева [Текст] / В.С. Немков, В.Б. Демидович - Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 280 с.

5. Вологдин В.П. Поверхностная индукционная закалка [Текст] / В.П. Вологдин. — М.: Оборонгиз, 1947. – 291 с.

6. Артингер И. Инструментальные стали и их термическая обработка / И. Артингер. – М.: Металлургия, 1982. – 312 с.

7. О продукте Cedrat FLUX [Электронный ресурс]. URL: <https://altairhyperworks.com> (дата обращения 17.04.2018).

УДК 621.313.333

Д.И. Редкозубов, В.В. Соловьёв, В.И. Редкозубов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова, г. Саратов

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. В статье рассмотрены мероприятия энергосбережения и повышения энергоэффективности в тепличных хозяйствах нашего региона. Предложен альтернативный источник энергии «Водородный котёл».

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, энергосбережение, модернизация, снижение потерь, водородный котел, надежность.

Тепличная отрасль имеет большое значение для снабжения населения свежими и богатыми витаминами овощами, а также цветами в период, когда из открытого грунта не поступает продукция. Сегодня защищенный грунт является основным всесезонным поставщиком натуральных овощей и ягод на столы российских граждан.

По большей части основной плодоовощной продукции дефицит овощей можно снизить за счет создания запасов в специализированных овощехранилищах. По этой причине основными видами культур, которые выращивают в тепличных условиях, являются культуры, хранение, которых длительное время с сохранением пищевой ценности

производства невозможно. К таким культурам можно отнести: томаты, огурцы, сладкий перец, баклажаны, различные ягоды, а также зелень.

Поддержка оптимальной температуры в тепличном помещении — залог успешного урожая, ведь большинство культур очень сильно зависят от температурных условий, в которых они выращиваются. Кроме того, отапливаемая теплица может работать круглый год, а это дает возможность существенно повысить объемы выращиваемых растений, овощей и фруктов.

Одним из важных аспектов ведения современного хозяйства является экономичное использование энергии. В теплицах из-за большой площади

светопрозрачных поверхностей возникают значительные теплотери, для компенсации которых требуется определенный расход топлива в системе отопления. Теплицы могут обогреваться горячей водой, водяным паром, нагретым воздухом, инфракрасным излучением или продуктами сгорания топлива.

С ростом цен на энергоносители, вопрос снижения затрат на отопление становится все более значимым. Одной из альтернатив традиционному оборудованию для получения энергии является водородный котел. Науке известно всего одно абсолютно чистое топливо – это водород, который используется в космической промышленности. В процессе горения водорода образуются соединения с кислородом, то есть вода. Запасы этого топлива неисчерпаемы, т. к. оно наравне с гелием является основным «стройматериалом» во Вселенной. Водородное оборудование, произведенное промышленным способом, отличается высокими стандартами безопасности, оно даже менее опасно в эксплуатации, чем котлы на твердом топливе и газе. Все процессы в водородном аппарате происходят внутри оборудования, а потребителю только остается контролировать рабочие параметры системы.

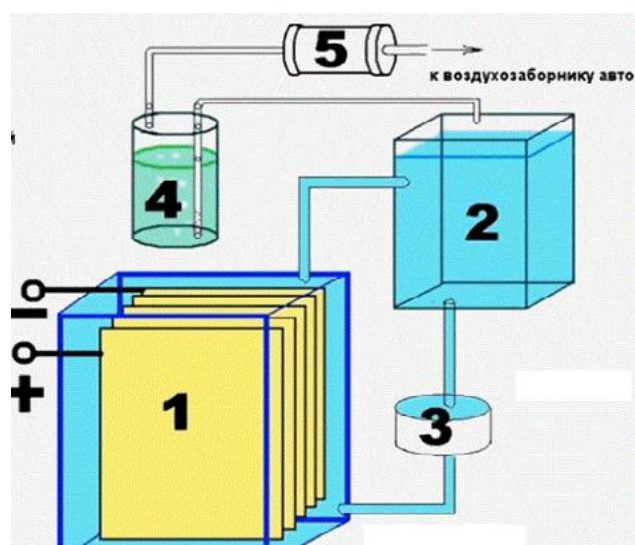


Рисунок 1 – Структурная схема водородного отопительного котла:

1 – электролизер (ячейка ННО), 2 – ёмкость с водой (электролитом), 3 – нагнетающий электронасос, 4 – водный затвор, 5- обратный пламегаситель

Данный тип отопления основывается на выработке огромного количества тепловой энергии в результате контакта молекул кислорода и водорода. Что характерно, единственным побочным продуктом в этом случае является дистиллированная вода. И чтобы реализовать этот принцип на практике, проводилось множество разработок по созданию водородного отопительного котла (речь идет о промышленных моделях).

Удельная теплота сгорания водорода в три раза выше по отношению с природным газом, следовательно, потребуется в три раза меньше объема водорода, для отопления тепличного блока той же площадью.

Водород получаем с помощью генератора водорода:

- Вода, из которой получают ННО, является одним из наиболее распространённых веществ на нашей планете.
- При сгорании этого вида топлива образуется водяной пар, который обратно конденсируется в жидкость и повторно использовать в качестве сырья.
- В процессе сжигания газа не образуется никаких побочных продуктов, кроме воды. Можно сказать, что нет более экологичного вида топлива, чем газ Брауна.
- При эксплуатации водородной отопительной установки выделяется водяной пар в количестве, достаточном для поддержания влажности в помещении на комфортном уровне.

Способ получения летучего газа заключается в том, что в воду на небольшом расстоянии друг от друга помещаются две металлические пластины, подключённые к источнику высокого напряжения. При подаче питания высокий электрический потенциал буквально разрывает молекулу воды на составляющие, высвобождая два атома водорода (НН) и один — кислорода (О). Выделяющийся газ назвали в честь физика Ю. Брауна. Водородная установка является заводской и сертифицированной работающей от напряжения 380В.

Для нормальной его работы необходимо соблюдать всего несколько важных условий:

- Наличие постоянного электропитания. В основе генераторов лежит реакция электролиза, которая, как известно, без электричества невозможна.
- Постоянное подключение к источнику воды. Зачастую для этого используется водопровод, хотя конкретный расход прибора зависит, конечно же, от его мощности.
- Катализатор нуждается в регулярной замене. Частота этой замены зависит, как и предыдущий показатель, от мощности, а также от особенностей конкретной модели.

И если сравнивать водородное оборудование, к примеру, с газовым, то оно менее требовательное в плане безопасности. А все дело в том, что реакции образуются и происходят исключительно внутри генератора. От человека же, как от пользователя, нужен лишь визуальный контроль над основными показателями.

Выбирая отопительное оборудование для тепличного помещения, необходимо четко представлять основные критерии, на которых нужно основывать свой выбор. В этом случае, нельзя

выбирать системы, которые будут нагревать воздух в одном месте — для теплицы важно равномерное распределение тепла по всему периметру. Для этого, многие специалисты рекомендуют использовать вентилятор. Он действительно хорошо распределяет тепло по все уголки теплицы, однако, при этом имеет один очень важный недостаток — вентилятор сильно охлаждает воздух. Хорошей альтернативой может стать горячая вода, которая будет циркулировать по трубам, размещенным под полом. Но и в данном случае есть свои минусы. Чтобы обогреть каждую культуру теплом от воды, потребуется довольно длинный трубопровод. Чем больше труб, тем сложнее и дольше будет происходить процесс их нагрева и отдачи тепла.

Не стоит забывать и про энергопотери через стеклопакеты из которых состоит наша теплица. Даже простой стеклопакет из двух стёкол уменьшает потери тепла по сравнению с традиционным двойным остеклением на 30-40% и снижает уровень шума в полтора раза

Для большего уменьшения энергопотерь в стеклопакет между стёклами был закачен газ криптон. Криптон – инертный одноатомный газ без цвета, вкуса

и запаха. Криптон по сравнению с воздухом и аргоном обладает большей плотностью и меньшей теплопроводностью.

В ходе работы было подсчитано, что с новым оборудованием тепличный блок ежегодно будет экономить порядка 25% затрат на отопление. При этом новое оборудование окупится в течение 3-5 лет.

ИСТОЧНИКИ

1. Левин, М.А. Повышение эффективности использования роторных ветрогенераторов. / М.А. Левин, Ю.В. Иванкина // Техника и оборудование для села. - 2017. - №3 (237). - С. 44-45.
2. Левин, М.А. Влияние коэффициента нагрузки на надежность электродвигателей насосных станций. / М.А. Левин, Ю.В. Иванкина, О.Н. Чурляева // Научное обозрение. - 2015. - № 8. - С. 111-113.
3. Трушкин, В.А. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации. / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал. – 2015. - № 5. - С. 55-58.
4. Иванкина, Ю.В. Повышение надежности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве. / Ю.В. Иванкина, М.А. Левин, Д.Д. Акишин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А. - 2017. С. 93-96.

УДК 621.311

К.Г.Рябченко

Новосибирский Государственный Технический Университет, г.Новосибирск

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОДСТАНЦИЯМИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Аннотация. В данной статье предложено рассмотреть особенности цифровой подстанции, так как Развитие современных информационных технологий и появление новых международных стандартов открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергообъектами, позволяя создать подстанцию следующего поколения.

Ключевые слова: цифровая подстанция, цифровое управление, оперативный контроль, автоматизированное управление, цифровой сигнал.

Постановка задачи:

1. Рассмотрение функций существующих систем цифрового управления подстанциями напряжением 6-10 кВ

2. Выявление и анализ преимуществ и недостатков существующих систем.

Функции:

-Подсистемы оперативного контроля и автоматизированного управления:

- Обработка аналоговых и дискретных параметров режима и состояния оборудования;
- Контроль технологических и режимных пределов, формирование, передача и регистрация сигналов о фактах нарушения и его характеристиках (время, длительность, величина);
- Контроль положения коммутационного оборудования, контроль нарушения заданной схемы работы подстанции;

- Ведение соответствующих баз данных и архивов событий, отклонений от заданных установок контролируемых режимных параметров;
- Отображение аварийной и предупредительной сигнализации с учетом приоритетов групп сигналов;
- Формирование ведомостей по режимным параметрам и электропотреблению за запрашиваемые интервалы времени;
- Регистрация действий оперативного персонала;
- Отображение неготовности аппаратуры к управлению и потери достоверности информации;
- Контроль правильности выполнения переключений по ним с блокировкой ошибочных операций;
- защита и автоматика элементов электрической сети, а также силового оборудования, от всех возможных видов повреждений;

- дистанционное изменение характеристик и параметров (уставок) устройств и систем с АРМ инженера службы РЗА и с АРМ оперативного персонала;
 - коммерческого и технического учета электроэнергии и контроль ПКЭ;
- вычисление электрических величин (энергия, мощность, ПКЭ и т.д.)
- контроль корректности получаемого потока данных по стандарту IEC 61850-9-2
 - средства архивирования;
- Запись в архив поступающей информации и предоставление персоналу ;
- Архивирование и хранение информации, поступающей на верхний уровень АСУТП;

- Защита информации;
- Все события, фиксируются в ведомости событий, хранимой в БД АСУТП.

Преимущества цифровой подстанции

1. Упрощение вторичных присоединений;
2. Повышение качества измерения;
3. Отсутствует электрическая связь между первичным и вторичным оборудованием;
4. Единая информационная платформа;
5. Уменьшение размеров централизованных диспетчерских помещений на подстанции;
6. Для сбора, передачи и обработки информации на цифровой ПС используются только цифровые сигналы.

УДК 621.316

А.В. Руднев

Российский государственный аграрный заочный университет,
г. Балашиха

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ

Аннотация. Продовольственная безопасность страны является одной из прерогатив Государственной политики. Актуальным в этом вопросе является широкое использование защищенного грунта. Для сбалансированного питания в течение всего года в сооружениях защищенного грунта должно выращиваться примерно 25% всего количества овощей [1]. Принцип рационального использования тепловой энергии на необходимости применения современных систем автоматического управления тепловым режимом промышленных теплиц. Для этих целей в настоящее время находят применение ПИД регулирования тепловым режимом тепличных комплексов. В работе предпринята попытка разработки и внедрения системы ПИД регулирования для отопления промышленной теплицы, для чего изготовлен концепт модели системы отопления тепличного комплекса. В процессе исследования получены результаты, отражающие достоверность принятых технических решений.

Ключевые слова: промышленная теплица, ПИД-регулирование, экспериментальная установка, устройство управления системой отопления

Автоматизация тепличного производства обеспечивают сокращение доли тяжелого малоквалифицированного физического труда, что ведет к повышению его производительности и неперемемному экономическому росту.

Автоматизация тепличного хозяйства позволяет выполнять отдельные операции технологического цикла без участия человека. Перспективным направлением автоматизации технологических процессов является использование принципиально новых автоматизированных систем автоматического управления, основанных на применении управляющих микроЭВМ.

С помощью современных систем управления автоматизации тепличного производства повышается надежность и продлевается срок службы технологического оборудования, облегчается и оздоравливаются условия труда, повышается его безопасность.

Современные системы автоматического управления тепловым режимом теплиц, как правило обладают рядом недостатков, к числу которых относится их низкая энергоэффективность.

В основу настоящей работы положено использование ПИД регулирования для управления тепловым режимом промышленных теплиц.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор относят к наиболее распространенным в промышленности регуляторам.

В состав комплекса регулирования температуры должно входить следующие устройства: циркуляции и нагрева жидкого теплоносителя, управляемая запорная арматура (клапаны), а также система логического управления (т.е. устройство ПИД регулирования) температурным режимом.

Технологическое назначение регулятора определяется, во-первых, тем, что его можно непосредственно реализовать программными средствами, а во-вторых многие типы ПИД систем регулирования хорошо интегрируются в современные системы управления [2].

С целью анализа эффективности и целесообразности применения предлагаемой системы регулирования температурным режимом была изготовлена модель системы отопления, приведенная на Рисунке 1.

Приведенная модель по конструкции идентична системе теплоснабжения тепличного комплекса. Циркуляция потока обеспечивается при помощи насоса, нагрева теплоносителя осуществляется в бойлере, запорный клапан реализует алгоритм управления. Также система включает обходной контур и расширительный бачок.

Подача теплоносителя осуществляется центробежным насосом Samsung DC96-00823B.



Рисунок 1 – Модель системы отопления тепличного комплекса

Такой насос имеет синхронный двигатель с постоянными неодимовыми магнитами в роторе. Начальный запуск двигателя в синхронный режим осуществляется за счет раскочки ротора, которая обеспечивается осевым люфтом между ротором и лопастями. Применение синхронного двигателя позволяет значительно уменьшить габариты насоса при той же мощности по сравнению с другими типами двигателей. Применение именно центробежного насоса избавляет от необходимости устанавливать редукционные клапаны. При этом подача теплоносителя осуществляется равномерно.

Источником тепловой энергии является бойлер применяемый в парогенераторах марки Silter, ёмкость 1 литр. Бойлер имеет герметичную конструкцию, выдерживает давление более 20 бар. ТЭН мощностью 1,6 кВт закреплён на задней стенке бойлера. В качестве защиты от перегрева служит аварийный термостат, который отключает питание бойлера при температуре 95 гр. В случае превышения давления из-за закипания предусмотрен аварийный клапан, стравливающий давление пара. В модели закипание является

аварийным режимом, поэтому температура ограничивается 85 градусами. Бойлер закреплён на основании при помощи системы болтов и гаек.

В качестве запорного клапана применен клапан заливной клапан 3Wx180. Клапан мембранный, осуществляет запор потока за счет давления самого потока. При отсутствии питания клапан закрыт. При подаче напряжения на электромагнит осуществляется открывание перепускного отверстия, выравнивающего давление до мембраны и после, и под действием пружины мембрана отжимается от проходного отверстия открывая проход жидкости. Выходные отверстия клапанов соединены при помощи штуцеров в параллельную систему, минимизирую сопротивление потоку.

В качестве радиатора применен алюминиевый радиатор 4х секционный monlan 500/70, закреплённый на специальных стойках. подача теплоносителя осуществляется в верхнюю часть радиатора, отвод в нижней части. В правой части установлены расширительный бачок и клапан для стравливания воздуха из системы.

Система трубопроводов выполнена из металлопластиковых водопроводных труб сечением 16 мм. Все соединения трубопроводов выполнены при помощи специальных штуцеров, тройников, крестовин и прочей арматуры, предназначенной для металлопластиковых труб.

Для контроля температурных параметров, а также для проведения всесторонних исследований и сбора данных на модели закреплены 3 датчика температуры, аварийные датчики перегрева. Все данные поступают в контроллер, который в свою очередь вырабатывает задание на управление клапаном. Силовая электроника и контроллер блока управления позволяют регулировать температуру нагревания теплоносителя, управлять питанием насоса, бойлера и клапана. Все необходимые данные выводятся на цифровой дисплей [3].

Управление электромагнитным запорным клапаном осуществляется через ШИМ за счет изменения скважности управляющих импульсов. При увеличении продолжительности импульса увеличивается и расход теплоносителя, пропускаемый клапаном.

Для определения характера функциональной зависимости температуры радиатора от расхода теплоносителя была получена статическая характеристика радиатора, снятая на экспериментальной модели [4,5].

В результате эксперимента была получена статическая характеристика, приведенная на Рисунке 2.

С целью перевода данной графической зависимости в программный код для микропроцессорного контроллера была

произведена аппроксимация нелинейной статической характеристики методом наименьших квадратов МНК.

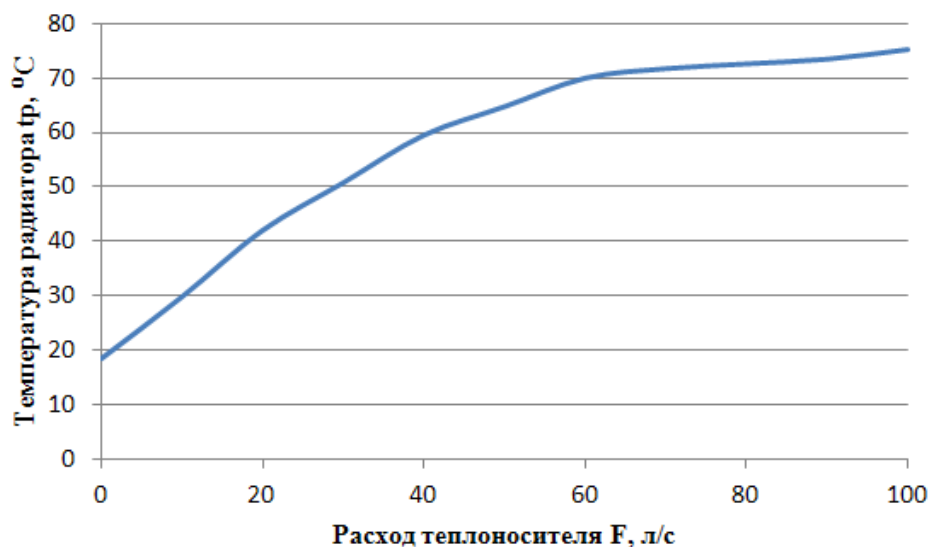


Рисунок 2 – Экспериментальная зависимость температуры радиатора от расхода теплоносителя

В результате проведенных расчетов с использованием метода Крамера, были определены коэффициенты полинома третьей степени и получено уравнение, описывающее экспериментальную зависимость:

$$tP = 17,524 + 1,4488 \cdot F - 0,0115 \cdot F^2 + 2,719 \cdot F^3 \quad (1)$$

По полученному уравнению был построен график, приведенный на Рисунке 3.

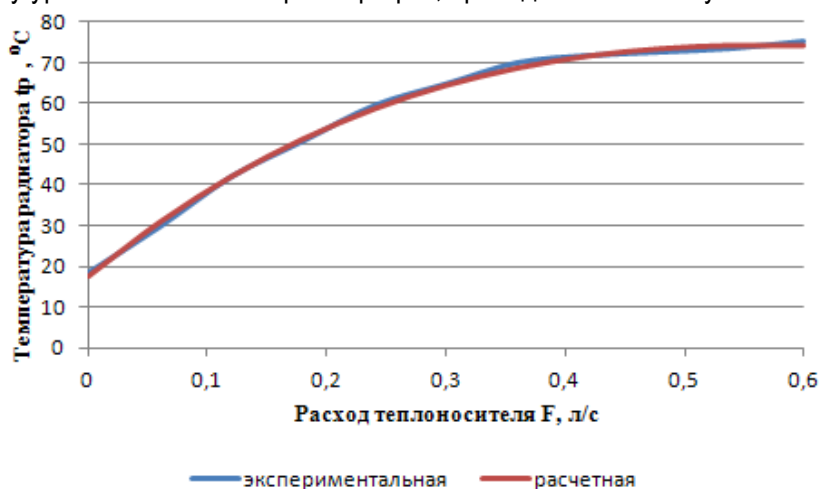


Рисунок 3 – Сопоставление экспериментального графика и графика, построенного по рассчитанному методом наименьших квадратов полиному

Сравнительный анализ двух графиков показал, что рассчитанное уравнение дает точное математическое описание экспериментальной функциональной зависимости температуры радиатора от расхода теплоносителя и в дальнейшем может использоваться для моделирования системы автоматического поддержания температуры.

Таким образом проведенные исследования свидетельствуют что, разработанная модель системы регулирования температурного режима с

применением ПИД-регулирования обеспечивает оптимальный температурный режим промышленной теплицы.

Выводы:

1. Существующая система управления температурным режимом теплиц обладает следующими недостатками: нестабильностью управляющих параметров, сложностью централизованного управления несколькими параметрами управляемой системы, сложностью

состава элементной базы; низкой надежность, вследствие значительного количества элементов базы, в связи с этим прерогативным направлением развития систем управления является применение адаптивных цифровых систем, обеспечивающих значительное ускорение процессов управления и корректировки параметров контролируемых систем регулирования температурного режима;

2. В результате исследований получена экспериментальная зависимость отражающая температуры радиатора от расхода теплоносителя.

ИСТОЧНИКИ

1. Прищепов Л.Г. Эффективная электрификация защищенного грунта – М: Колос, 1980 – 208 с.

2. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники: учебное пособие/ Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов. – 4-е изд., испр. – М: Интернет -Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, - 357 с. – (Основы информационных технологий)

3. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами: Пер. с англ. – М: ДМК Пресс, 2001 - 320 с.

4. Басов, В. Г. Информационно-измерительные системы : учеб.-метод. пособие для студ. спец. «Метрологическое обеспечение информационных систем и сетей». В 3 ч. Ч. 1 : Принципы построения / В. Г. Басов. – Минск : БГУИР, 2006 - 91 с.

5. Басов, В. Г. Информационно-измерительные системы: учеб.-метод. пособие для студ. спец. «Метрологическое обеспечение информационных систем и сетей». В 3 ч. Ч. 2 : Принципы построения / В. Г. Басов. – Минск :БГУИР, 2006 - 78 с.

УДК 621.313.333

Л.А. Садыкова

НАО «Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана», г. Уральск, РК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Энергия солнца на сегодняшний день является самой мощной экологически чистой энергией для нашей планеты. Западно-Казахстанская область имеет благоприятные климатические условия для использования солнечной энергии. Для осуществления качественного электроснабжения отдаленных районов области, фермерских хозяйств необходимо использование солнечных установок.

Ключевые слова: солнечная энергия, альтернативная энергетика, возобновляемые источники энергии.

Западно-Казахстанская область образована 10 марта 1932 года, расположенная в северо-западной части Республики Казахстан, граничит с пятью областями Российской Федерации: Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Самарской и Саратовской областями и имеет протяженность внешних границ в 1532 км. Внутри республики она граничит с Актыубинской и Атырауской областями.

Территория области 151,3 кв.км., что составляет 5,9 % территории республики.

Население области 629,932 тыс.чел. В административном центре, г. Уральске проживает 230 785 человек или 36,6 % населения области. Численность городского населения региона составляет 312,3 тыс.человек (49,6%), а сельского- 317,6 тыс.человек(50,4%). Плотность населения в среднем 4 человека на 1 кв. м. (1)

Национальный состав: казахи-74,69%, русские-20,63%, украинцы-1,6%, татары-1,35%, другие-1,73%.

Уникальное географическое положение области в центре Евразии, близость к крупным экономическим и культурным центрам Восточной и Западной Европы, использование реки Урал для выхода в страны Каспийского бассейна определяют ее стратегическое значение для всей Республики Казахстан.(2)

Рельеф территории области представляет собой равнинную территорию.

На территории области выявлены месторождения газа и газового конденсата, нефти, боратовых руд, горючих сланцев, калийно-магниевых солей, цементного сырья, керамзитовых глин, строительного и аллювиального песка.(3)

В Западно-Казахстанской области насчитывают около 200 рек и речек. Главной рекой является Урал. Эта река берет начало в Уральских горах. Длина реки на территории области 500 км. Самым большим озером является Челкар. Озеро богато рыбой.

Климат области резко континентальный и характеризуется большой засушливостью, так как значительная часть ее территории находится в зоне пустынь и полупустынь.

Зима наступает в конце октября и длится до середины марта. Весна в области короткая, с быстрым нарастанием температуры, с частыми дождями. Летом много солнца и тепла. Годовое количество осадков колеблется от 300 мм на северо-востоке и до 190 мм на юге. Самым холодным месяцем является январь, температура колеблется от -12 градусов до – 25. Средняя температура теплого месяца – июля составляет 25 градусов.

Энергия солнца на сегодняшний день является самой мощной экологически чистой энергией для нашей планеты. В отличии от прочих видов ресурсов, энергия солнца не истощаема, по крайней мере ближайшие тысячелетия. Солнечная энергия

сможет удовлетворить все возрастающие потребности нашей страны в электричестве.

Казахстан обладает значительными ресурсами солнечной энергии. Потенциально возможная выработка солнечной энергии в Казахстане оценивается в 2,5 млрд кВт/ч в год. Около 70% территории Казахстана относятся к районам с преобладанием солнечных дней в году. Продолжительность солнечного сияния здесь колеблется от 2800 до 3000 часов, годовой приход солнечной радиации на эту территорию составляет не менее $19 \cdot 10^{17}$ ккал, что эквивалентно 270 млрд. т. у. т.

Однако, эти ресурсы не нашли широкого применения вплоть до настоящего времени.

Казахстан способен не только полностью обеспечивать себя энергоресурсами за счет собственных природных запасов, но и осуществлять их экспорт.

Республика Казахстан имеет высокий потенциал ВИЭ. Даже используя лишь от 1,0 до 1,5 % солнечной энергии, страна может получить чистую энергию, эквивалентную ежегодному сжиганию 1,2-1,8 млрд. тонн условного топлива.

Благоприятные климатические условия для использования солнечной энергии имеются

практически на всей территории, в том числе в Западно-Казахстанской области.

Количество энергии, приходящейся на 1 кв.м горизонтальной поверхности в июле месяце, составляет в среднем от 6,4 до 7,5 кВт*ч в день

Экология - одна из важных составляющих, устойчивого развития региона и страны в целом. Западно-Казахстанская область относится к более благоприятному по экологическому состоянию, уровню. В области уже много сделано для решения экологических проблем.

Обозначенный Главой государства Нурсултаном Назарбаевым курс на «Энергию будущего» сразу же привлек внимание к проектам в стране, реализующимся в направлении возобновляемых источников энергии. На сегодняшний день разрабатывается и уже реализуется множество инициатив, которые должны в корне изменить структуру национальной экономики.

10 июня 2017 года открыла свои двери Международная специализированная Выставка «Астана ЭКСПО-2017». В подготовке павильонов приняли участие 115 стран и более 10 международных организаций.



Самое перспективное направление сегодня во всем мире - «зеленая энергетика», то есть технологии получения энергии из возобновляемых источников (ВИЭ). Их развитие и совершенствование обусловлены необходимостью восполнения энергодефицита, решения экологических проблем и нового этапа технологического развития мировой экономики. Спектр и масштаб ВИЭ очень широк - от

локальных ветровых установок до глобальных проектов получения энергии космоса.(4)

Зелёная энергетика представляет собой совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые пока распространены не так широко, как традиционные. Однако перспективность их неоспорима.

«Зеленая энергетика» неразрывно связана с экологией. В отличие от традиционных источников - например, углеводородов- использование ВИЭ не

влечет за собой ущерб для экосистемы планеты и, как следствие, изменение климата. Современный постиндустриальный мир требует изменения акцентов в экономике на удовлетворение потребностей человека с учетом взаимодействия с окружающей средой. Развитие «зелёной» энергетики должно стать обязательным условием устойчивого развития и выступает основой сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды.

«Астана ЭКСПО- 2017» собрала лучшие разработки в этих областях, на локальной территории в течение 93 дней продемонстрировала не только, какой должна быть и будет энергетика будущего, но и проблематику развивающихся государств, связанную с потребностями в ней. Собравшиеся в Астане ведущие мировые эксперты обсудили, что необходимо сделать, чтобы «зеленая энергетика», ее доступность, экологичность и экономичность стала главным трендом развития на ближайшие десятилетия.

В Западно-Казахстанской области ведутся работы по использованию альтернативных источников энергии, но замедленными темпами. Внедрением альтернативной энергетики в области занималась группа компаний «ZEP» (ТОО ЗападЭнергоПром, ТОО «INNOVAPROM»)

7 ноября 2013 года между акимом Западно-Казахстанской области и ТОО ТОО «INNOVAPROM» (группа компаний «ZEP Group») был подписан Меморандум, в рамках которого планировалось проводить работу по внедрению на территории области солнечных электростанций.

В 2014 году компания ТОО «ZEP Group» поставила крестьянским хозяйствам 15 солнечных установок ВИЭ общей мощностью 21 кВт и 1 ветрогенератор мощностью 2 кВт.

В настоящее время в области 79 фермерских хозяйств, не имеющих централизованного подключения электроэнергии, установили за счет собственных средств 91 солнечную панель и 12 ветряных двигателей в основном китайского производства и производства Российской Федерации, в связи с низкой стоимостью установки (150-900 тыс.тенге)

Уральская компания ТОО «Инерт Газпром» занимается поставкой солнечных батарей для индивидуального жилья.

Этой компанией предлагается проект «Строительство солнечной электростанции суммарной мощностью до 2 МВт».

Электростанция разместится на территории площадью около 5 000 кв. м. За календарный год солнечная электростанция сможет производить 4,4 млн. кВт. часов электроэнергии, которой будут пользоваться около 1200 домов.

Реализация данного проекта планируется в два этапа. Первым этапом будет построена солнечная электростанция мощностью 500 кВт, с последующим увеличением мощности до 2 МВт.

Солнечная энергетика является экологически чистой альтернативой, которая сможет удовлетворить все возрастающие потребности нашей страны в электричестве. Сейчас солнечные батареи и коллекторы достигли очень большой производительности и с каждым годом наращивают свои показатели. Солнечная энергетика - энергия 21 века.

Этому мы учим наших студентов и магистрантов.

Государство создает благоприятные условия, стимулирует и инвестирует проекты по использованию возобновляемых источников энергии.

Местные исполнительные органы при разработке планов экономических и социальных учитывают программы развития и использования возобновляемых источников энергии.

Выводы:

1. В связи с низким уровнем развития современных технологий освоения и использования солнечной энергии в Западном регионе Казахстана, необходимо периодически проводить международные семинары в рамках научно-технического партнерства.

2. Западно-Казахстанская область имеет благоприятные климатические условия для использования солнечной энергии и энергии ветра. Для осуществления качественного электроснабжения отдаленных районов области, фермерских хозяйств необходимо использование солнечных установок.

3. В связи с дороговизной солнечных установок отечественных производителей предложено заключать договора на поставку солнечных установок с российскими, китайскими партнерами, чья продукция намного дешевле.

4. В связи с малой заинтересованностью (регион полностью обеспечен ТЭР) западно-казахстанцев по использованию солнечной энергии необходимо приглашать партнеров из ближнего и дальнего зарубежья по вопросу внедрения современных технологий по ВИЭ.

5. Для создания существенного прогресса в области ВИЭ, успешного применения новой техники и новых технологий необходимы квалифицированные кадры. Для этого необходимы стажировки, семинары, курсы повышения квалификации, организация круглых столов, диалогов для профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений страны по обмену опытом.

ИСТОЧНИКИ

1. Кушербаев К.Е. Западно-Казахстанская область, Уральск, 2003, 67с.
2. Москалев Г.Е., Таранов А.Г., Природа Уральской области, Часть 1, Саратов, 1998.
3. Камалов С.М., Ли К.А., География размещения месторождений полезных ископаемых Уральской области., Уральск, 1992. 58с.

4. Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике»

5. Закон Республики Казахстан от 4 июля 2009 года № 165-IV ЗРК О поддержке использования возобновляемых источников энергии (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.12.2016 г.)

УДК 712.42

Л.Д. Сафина

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия

Bashkir state agrarian university, Ufa, Russia

ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ КОНТЕЙНЕРНОГО САДА PRINCIPLES OF SELECTING THE ASSORTMENT OF PLANTS FOR CONTAINER GARDEN

Аннотация: В статье обобщены результаты исследований ассортимента растений для устройства контейнерного сада, сформулированы основные принципы выбора растений.

Abstract: The article summarizes the results of research on the assortment of plants for the container gardens construction, formulated the basic principles of plants choosing.

Ключевые слова: контейнер, контейнерный сад, подбор растений, однолетние виды, многолетние виды, посадочный материал.

Key words: container, container garden, selection of plants, annual species, perennial species, planting material.

Контейнерным садом принято называть все разнообразие горшечной культуры на открытом воздухе, балконах, террасах и верандах. Растения в контейнерах имеют множество преимуществ, благодаря которым в последние годы этот вид декорирования стал необычайно популярным.

Почти все растения могут хорошо расти в ограниченном объеме почвы, однако при подборе ассортимента придерживаются нескольких основных принципов.

Подбор растений тесно связан с размерами контейнеров. В большие контейнеры (диаметр более 30 см) высаживают любые садовые виды, а в горшках диаметром более 45-50 см успешно растут даже многолетники. Для некрупных контейнеров подбирают виды, нетребовательные к объему почвы: петунию, лобелию, виолу, агератум, тагетес, календулу, низкорослые циннии, астры, маргаритки, вербену, сальвию, бегонию, весеннецветущие луковичные.

Для создания композиции из нескольких растений подбирают те, что хорошо сочетаются по размеру, фактуре, окрасу листьев и цветков, условиям выращивания и времени цветения. [5] Растения обладают громадным разнообразием форм, поэтому в любой композиции можно использовать их сочетания. Разные по текстуре листья отражают свет по-разному, и это создает еще больший декоративный эффект. [2]

Высаживаемые растения должны быть здоровыми и сильными, их необходимо правильно

разместить в контейнере относительно друг друга. Одни растения хорошо переносят пересадку непосредственно до или даже во время цветения (например, незабудки или ландыши), а другие – испытывают стресс. Такие виды (например, маки, эшшольцию) высевают непосредственно в контейнеры или перемещают в контейнер задолго до образования бутонов (пролески). [6]

При подборе ассортимента для подвесных корзин основное требование: растения должны образовывать цветущий каскад, красиво свисая через край корзины или кашпо. Лучше всего для этого подходят фуксия, герань, лобелия, петуния, душистый горошек. Обычно в подвесную корзину высаживают несколько растений различных окрасок, среди которых можно использовать высокие, густоветвистые и ампельные (висячие). В настоящее время в подвесных корзинах или кашпо часто соединяют разноцветные растения с одинаковыми потребностями и предпочтениями в отношении света, полива и подкормки. Это облегчает уход за ними. [2] Для наземных контейнеров выбор растений более широк, здесь можно использовать практически все – от невысоких, плоских молодил в мелких широких горшках до миниатюрных деревьев в больших кадках. [6]

Целый ряд многолетних видов растений с ползучими побегами и их декоративные формы также выращивают в контейнерной культуре. Это, например, ясколка войлочная и ясколка Биберштейна, яснотка крапчатая, живучка ползучая, будра плющевидная, ламиаструм зеленчуковый,

барвинок малый, плющи или традесканции. Оригинально смотрятся в контейнерной культуре небольшие листовые и хвойные кустарники: кизильник, барбарисы, лапчатки, можжевельники, карликовые ели и сосны.

Сейчас для подвесных и пристановочных контейнеров используют все больше новых однолетних растений, например лаурентию осевую с бледно-голубыми цветками, разноцветную вербену гибридную, синюю фацелию колокольчатую и череду ферулолистную с золотистыми цветками.

В из новых видов можно назвать также диасцию Барбера, усыпанную мелкими цветками кремовых, розовых и сиреневатых оттенков, санвителию лежачую с золотистыми соцветиями-корзинками, пышно цветущую сцеволю приятную с белыми или лиловыми цветками на побегах длиной до 1 м. [1]

Если используется многоуровневый контейнер с отверстиями в боковых стенках, то хорошо себя чувствуют в таких условиях бегония вечноцветущая, колеус, недотрога, торения (лучше использовать ампельные формы), виолы, яснотка, меламподиум, плющ, сцевола. [4]

Помимо эстетической ценности, контейнерные сады могут приносить и практическую пользу. В подходящем по размеру контейнере при соблюдении необходимой агротехники можно выращивать практически любую овощную культуру. Для выращивания в контейнере подойдут некоторые сорта баклажана, свеклы, сладкого перца, моркови, кабачка, огурца, кустовой фасоли, салата, лука, гороха, картофеля, редиса, мангольда, вьющейся фасоли, томатов, декоративной тыквы. В контейнерах можно выращивать яблони на карликовых подвоях, груши, вишни, смородины и малины, голубики, виноград и сливу. В настоящее время очень популярно выращивание земляники в качестве контейнерной культуры. Особенно эффектно она смотрится в подвесной корзине. Из съедобных растений в ограниченном объеме почвы проще всего вырастить пряные травы, такие как базилик, кервель,

шнитт-лук, укроп, фенхель, майоран, мяту, петрушку, розмарин, иссоп, чабер, эстрагон и тимьян.

При выращивании растений в контейнерах так же, как и в открытом грунте, садовод может столкнуться с различными сложностями. Для их предотвращения необходимо соблюдать основные правила: грунт и контейнер должны быть подобраны правильно, выбирать растения следует с учетом климатических особенностей местности, посадочный материал должен быть качественным, посадку растений следует проводить вовремя и правильно, полив и подкормки должны быть регулярными, многолетним растениям необходимо обеспечить защиту в зимнее время. [3] При выполнении этих несложных правил контейнерный сад станет настоящим украшением любого ландшафтного объекта.

ИСТОЧНИКИ

1. Лысиков А. Дизайн в контейнерах [Текст] / А. Лысиков // Сад своими руками. – 2015. - №8. – с.4-7
2. Титчмарш, А. Контейнерные растения. [Текст] : иллюстрированный справочник / А. Титчмарш. – 2-е изд., стереотип. – СПб. : Петроглиф, 2012. – 64 с.
3. Хессайон, Д.Г. Всё о контейнерных растениях [Текст] / Д.Г. Хессайон. – Москва: Кладезь-Букс, 2000. – 256 с.
4. Герасименко, Марина. Контейнерный сад своими руками - это просто! [Электронный ресурс] / М.Герасименко. – электрон. текстовые дан. – Ярославская обл.: 2013. – Режим доступа: <https://dach.ru/MarinaGerasimenko/konteyneryy-sad-svoimi-rukami-eto-prosto-3353.html>, свободный. Дата обращения: 10.4.2018
5. Растения в контейнерах: как оформить балкон и садовый участок [Электронный ресурс]: <http://www.7ya.ru/article/Sad-v-kontejnerah-2018/> Дата обращения: 12.04.2018
6. Сад в контейнерах [Электронный ресурс]: http://www.gardenia.ru/pages/kontainer_001.htm Дата обращения: 12.04.2018

УДК 621.311.1

Ю.О. Сахарова, В.В. Головинов

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донского Государственного аграрного университета, г. Зерноград, Ростовская область

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В КРУН 6-10 КВ

Аннотация. Рассмотрены особенности эксплуатации и вопросы повышения надежности работы распределительных устройств напряжением 6-10 кВ с учетом дестабилизирующих факторов. Проанализирован характер воздействия внешних дестабилизирующих факторов на различные элементы электрооборудования. Обоснованы требования к устройствам регулирования микроклимата.

Ключевые слова: распределительное устройство, надежность, микроклимат, релейная защита.

Оборудование для выполнения функций релейной защиты и автоматики (РЗА), устанавливаемое в закрытых распределительных устройствах 6-10 кВ, работает в жестких климатических условиях, характеризующихся широким диапазоном температур и высокой влажностью. При высоких положительных температурах ухудшаются механические и электрические свойства изоляционных материалов (прочность, хрупкость, текучесть, удельное объемное и поверхностное сопротивление, угол диэлектрических потерь, электрическая прочность) и характеристики деталей, изготовленных из металлов (удельное сопротивление, теплопроводность, упругость). Изменение характеристик деталей приводит к ухудшению параметров аппарата, к отказам, вследствие поломки деталей, заклинивания подвижных частей, изменения уставок срабатывания, ускоренного окисления токоведущих частей. Так для расчета толщины окисной пленки в зависимости от температуры может быть использована следующая эмпирическая формула [1]

$$\Delta = 10^{-8} \cdot \sqrt{400 + \tau \cdot 10^{(8,2-13101310/T)}}$$

где τ - время, ч ;

T - температура, °К.

Из формулы следует, что, чем выше температура, тем быстрее идет процесс окисления. При пониженных температурах (особенно отрицательных) также ухудшаются физические и механические свойства материалов. Например, пластмассы могут терять эластичность и становиться хрупкими, некоторые цветные металлы также становятся хрупкими (хладноломкость), оловянные припои претерпевают структурные изменения (оловянная чума). Из-за разного изменения линейных размеров сопрягаемых деталей могут заклиниваться подвижные части аппарата и разрушаться соединения из разнородных материалов (металл-пластмасса). Из-за замерзания влаги, скопившейся на зазорах между деталями, могут разрушаться соединения деталей и сами детали, изменяются характеристики расцепителей с тепловыми элементами.

Одним из наиболее опасных воздействующих факторов внешней среды является влажность. При длительном воздействии повышенной влажности, особенно в сочетании с повышенной температурой, существенно снижается сопротивление изоляции аппарата (на несколько порядков) и его электрическая прочность, поверхности металлических деталей усиленно корродируют, разрушаются защитные и декоративные покрытия, изоляционные материалы из-за впитывания влаги коробятся, растрескиваются

или расслаиваются.

Устройства РЗА на микроэлектронной элементной базе обладают большим быстродействием, чувствительностью, селективностью, требуют меньше затрат на обслуживание. Однако, широкое внедрение полупроводниковых микропроцессорных устройств РЗА невозможно без обеспечения для них оптимального температурно-влажностного режима, влияющего на уровень надежности.

Изменение температуры окружающей среды является одним из основных факторов при оценке влияния условий эксплуатации на тепловой режим радиоэлектронной аппаратуры и ее надежность. При этом известна эмпирическая зависимость интенсивности отказов радиоэлектронных блоков от температуры окружающей среды [2]:

$$\lambda(T) = \lambda(T_H) \cdot \exp[0,022 \cdot T - (273 + T_H)]$$

где $\lambda(T)$ - интенсивность отказов при температуре среды T ;

$\lambda(T_H)$ - интенсивность отказов при нормальной температуре ($T_H=20^\circ\text{C}$).

Расчеты по этой формуле показывают, что при изменении температуры на 10°C интенсивность отказов возрастает на 25%.

Большинство дискретных элементов полупроводниковых элементов (диоды, транзисторы, тиристоры и др.) могут работать в достаточно широком температурном диапазоне (от -60°C до $+60-120^\circ\text{C}$). В более узком температурном диапазоне работают интегральные схемы (ИС) (от -45°C до $+85^\circ\text{C}$ для ИС малой и средней степени интеграции и от -10°C до $+70^\circ\text{C}$ для больших и сверхбольших ИС). Рабочие диапазоны задаются заводами-изготовителями. Весьма чувствительны к колебаниям температуры конденсаторы, у которых резко изменяется их емкость.

При расчетах электронных схем принимают значения электрических рабочих параметров компонентов в пределах 0,5...0,7 от максимальных, что позволяет добиться повышения надежности всего устройства, при этом для узлов и блоков РЗА на микроэлектронной базе в качестве рабочего должен быть установлен температурный диапазон от $(-10...0)^\circ\text{C}$ до $(40...50)^\circ\text{C}$. Такой температурный диапазон накладывает жесткие требования на проектируемые узлы и блоки РЗА в части перегревов.

Коррозия носит электролитический характер при температуре окружающей среды ниже 100°C и малых плотностях тока (менее 1 mA/cm^2), что характерно для полупроводниковых устройств. Процессы электролитической коррозии замедляются при влажностях ниже 70-80%, и эту величину следует

принимать в качестве предельной для устройства РЗА, построенных на полупроводниковой элементной базе.

Анализ пассивных методов защиты аппаратов от воздействия влаги показывает их недостаточную эффективность, что требует применения активных средств обеспечения влажностного режима, особенно для таких ответственных устройств, какими являются устройства РЗА в комплектных распределительных устройствах наружной установки (КРУН).

При разработке узлов и блоков РЗА на полупроводниковой микропроцессорной базе в части температурно-влажностного режима необходимо решить ряд проблем:

- обеспечить поддержание температуры в пределах от $-(10...0)^{\circ}\text{C}$ до $+(40...50)^{\circ}\text{C}$, т.е. решить вопрос обогрева устройств РЗА при отрицательных температурах окружающей среды и предотвратить их перегрев при высоких температурах;
- обеспечить поддержание влажности вблизи элементов и плат устройства РЗА не выше 70-80% во всем температурном диапазоне.

Общим недостатком имеющихся средств регулирования микроклимата в релейных отсеках КРУН является значительный перерасход электроэнергии на обогрев, что связано с отсутствием либо несовершенством систем автоматического

регулирования, а в ряде случаев излишней мощностью нагревательных элементов, отсутствием методики температурно-влажностных расчетов релейных отсеков как на стадии проектирования и конструирования, так и процессе эксплуатации применительно к конкретным климатическим зонам.

Таким образом, на основании анализа условий эксплуатации устройств РЗА и существующих средств повышения надежности работы КРУН, можно сформулировать основные требования к устройствам регулирования микроклимата в релейных отсеках КРУН, которые должны:

- обеспечивать климатические условия эксплуатации для аппаратов РЗА в соответствии с ГОСТ и техническими условиями заводов-изготовителей;
- обеспечивать рациональный расход электроэнергии на обогрев;
- быть приспособленными для эксплуатации в условиях КРУН.

ИСТОЧНИКИ

1. Таев, И. С. Электрические аппараты управления / И.С. Таев.– М.: Высш. шк., 1984.–247 с.
2. Роткоп, Л.Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЗА / Л.Л. Роткоп, Ю.Е. Спокойный. – М.: Сов. Радио, 1976. – 230 с.

УДК 631.12

В.Д.Светлов, Н. В. Ищук

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНОГО РЕЗЕРВА СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: В данной статье рассмотрена актуальность прогнозирования аварийного резерва запасных частей сельских распределительных сетей.

Ключевые слова: сельские распределительные сети, резерв, надежность, оценка вероятности, отказ

Сельские распределительные сети можно отнести к электрическим сетям низкой наблюдаемости, в силу их слабого оснащения средствами управления, рассредоточенности на обширных территориях и разветвленной структуры транспорта электрической энергии.

Это обуславливает повышенную аварийность этих сетей, особенно отчетливо проявляющуюся в электрических сетях 10 кВ, где ежегодно фиксируется более 1500 отказов. Основными причинами возникновения отказов являются повреждения элементов электрических сетей, вызванные целым комплексом причин.

Следует отметить, что электрические сети 6-10 кВ передают электроэнергию не только коммунально-бытовым потребителям, но и достаточно большому количеству сельскохозяйственных предприятий, имеющих в своём составе приёмники 1, 2 и 3

категории по уровню надёжности электроснабжения. Поэтому перерывы электроснабжения в сельских распределительных сетях могут повлечь не только недоотпуск, но и значительный брак сельхозпродукции.

Таким образом, повышение уровня надёжности электроснабжения в рассматриваемых электрических сетях является важнейшим направлением сельской электрификации.

В связи с этим, важное значение приобретает прогнозирование уровня надёжности и функционального состояния электрических сетей 10 кВ сельского назначения, на основании которого с достаточной вероятностью можно предсказать изменение уровня надёжности электроснабжения рассматриваемого участка электроэнергетической системы. Это позволит разработать комплекс организационно-технических мероприятий,

направленных на минимизацию возможных рисков, связанных с перерывами электроснабжения.

Кроме того, нельзя не учитывать, что уровень надёжности электроснабжения находится в тесной взаимосвязи с изменяющимся уровнем качества электроэнергии. Снижение напряжения в электрических сетях приводит к перегрузке отдельных элементов этих сетей, что может служить причиной отказа. Таким образом, математическое описание взаимосвязи показателей надёжности с показателями качества электроэнергии в распределительных электрических сетях, позволит количественно оценить эту взаимосвязь и создать её прогнозную модель на отдалённую перспективу.

Саратовские распределительные сети осуществляет деятельность на территории Саратовской области общей площадью 101 234,6 кв. км, на которой проживает более 2,58 миллионов человек.

В состав входит 7 производственных отделений:

1. Заволжское производственное отделение - Алгайский, Дергачевский, Ершовский, Новоузенский, Озинский районы (РЭС).

2. Правобережное производственное отделение - Аткарский, Калининский, Красноармейский, Лысогорский, Саратовский, Татищевский, Екатериновский районы (РЭС).

3. Приволжское производственное отделение - Краснокутский, Марковский, Питерский, Ровенский, Советский, Федоровский, Энгельсский районы (РЭС).

4. Прихоперское производственное отделение - Аркадакский, Балашовский, Романовский, Ртищевский, Самойловский, Турковский районы (РЭС).

5. Северное производственное отделение - Ивантеевский, Перелюбский, Пугачевский районы (РЭС).

6. Северо-Восточное производственное отделение - Балаковский, Вольский, Горновский, Духовницкий, Хвалынский районы (РЭС).

7. Центральное производственное отделение - Базарно-Карабулакский, Балтайский, Воскресенский, Новобурасский, Петровский районы (РЭС).

В условиях эксплуатации для обеспечения работоспособности сельских распределительных сетей необходимо совершенствование этой системы. Резерв запасных элементов в распределительных сетях включает в себя две составляющие: производственную (ремонтную) и аварийную. Производственный резерв рассчитывается

нормируемым путем в конце календарного года, он имеет вполне определенный объем и служит для проведения планово-предупредительных работ с учетом технического состояния распределительных сетей. Аварийный резерв служит для устранения внезапных (труднопрогнозируемых) отказов и носит случайный характер. Одним из путей совершенствования системы технического обслуживания и ремонта сельских распределительных сетей является разработка документации по оптимизации аварийного резерва запасных элементов

Существующие методы расчета аварийного резерва запасных элементов сельских распределительных сетей предлагают два способа его определения: нормативный и из условия достаточности. При первом способе расчет резерва проводят нормируемым путем, исходя из 100 единиц списочного состава эксплуатируемого оборудования или 100 км линий электропередач. Такое нормирование не принимает во внимание фактический спрос на запасы. При втором способе задаются вероятностью достаточности, при которой резерв не будет исчерпан в течение периода между поставками. Оценка данной вероятности является самостоятельной научной задачей, ее произвольный выбор экономически нецелесообразен.

Перспективным направлением оптимизации резерва является использование теории управления запасами. Однако к настоящему времени данная теория не находила применения в области оптимизации резерва запасных элементов для сельских распределительных сетей Саратовской области.

ИСТОЧНИКИ

1. Малышев, М.А. Прогнозирование аварийного резерва запасных элементов сетевых районов по обслуживанию сельских распределительных сетей: Автореферат на соискание ученой степени к.т.н. - 2012. - 1 п.л.

2. Трушкин, В.А. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации. / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 5. - С. 55-58.

3. Иванкина, Ю.В. Повышение надежности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве. / Ю.В. Иванкина, М.А. Левин, Д.Д. Акишин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А. - 2017. С. 93-96.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлов В.Д., магистрант

Ищук Н.В., магистрант

УДК 681.5:621.1

С.В. Светличный

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХТАРИФНОГО СЧЕТЧИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Аннотация: В статье рассмотрена схема автоматического управления электрическим котлом отопления АОТВК – 2 – 25 – 6 с помощью пульта управления, электронного таймера KG316T и двухтарифного счетчика марки Меркурий 230 ART-02.

Ключевые слова: автоматическое управление, электрический котел отопления, энергоэффективность, электронный таймер, двухтарифный счетчик электрической энергии.

Давно уже прошли те времена, когда единственным способом обогрева частного дома была дровяная печь. Современные технологии и материалы позволяют выбирать способ отопления из множества существующих, но специалисты в один голос утверждают, что в будущем именно электрическое отопление частного дома будет в приоритете. Всем известно, что запасы полезных ископаемых далеко не бесконечны и наступит время, когда от угля и газа придется полностью отказаться и перейти на более чистый энергоноситель – электричество. Электроэнергия является одним из лучших достижений технического прогресса. Ее передача по электрическим сетям происходит на любые расстояния и с минимальными потерями, а использование ее по месту потребления экологически безвредно. В случаях невозможности подключения к центральной системе отопления используют различные автономные системы, в том числе и электрическое отопление. Этот вид отопления особенно актуален в условиях проживания в частном доме, в том числе, за пределами населенных пунктов.

Современные электроотопительные системы и приборы просты, экономичны, безопасны в эксплуатации, а также характеризуются компактностью и совместимостью с автоматическими системами управления микроклиматом в помещениях. Электрические отопительные системы имеют массу неоспоримых преимуществ, а зачастую это может быть просто единственный доступный способ обогрева.

Электроотопление частного дома обладает следующими преимуществами: простота и легкость установки, безопасность, экологичность, простота эксплуатации, высокий уровень КПД, возможность регулировать температуру в отопительный сезон.

Главным недостатком электрического отопления считается большой расход электроэнергии. В некоторых районах цена на энергоносители достаточно высокая, поэтому такой способ может быть просто невыгодным. Применение новых технологий и материалов для производства электрообогревательных приборов сделало электрическое отопление одним из лучших способов отопления по всем значимым параметрам. Этот вид обогрева уступает только газовому — по себестоимости непосредственно самого отопления, т.к. электроэнергия является дорогим видом энергии. Выбирать для обогрева дома вид отопления

необходимо после учета всех конкретных условий эксплуатации и возможностей [1].

Любой современный котел отопления, независимо от используемого типа энергоносителя, должен отвечать ряду требований. Сюда относится функциональность, эргономичность, безопасность и последнее качество, актуальность которого растет с каждым годом – это энергоэффективность. Выбирая котел, покупатель задумывается о том, насколько оборудование поможет сэкономить его бюджет. Снизить энергозатраты на обогрев дома позволит не только высокий КПД нагревательного элемента, но и дополнительные комплектующие системы отопления. Это термостат и терморегулятор для электрокотла отопления, которые управляют работой котла в зависимости от температуры окружающей среды [1].

Пульт управления электрокотлом в системах отопления играет самую важную роль, так как на сегодняшний день блок управления электрическим котлом призван решать очень актуальную задачу:

- экономия электроэнергии в период постоянного роста цен на энергоресурсы;
- обеспечение безопасной, безаварийной, полностью автоматической программируемой работы [3].

На моем дачном участке расположен отдельный дом. Для отопления помещения с жилой площадью 44,0м² используется аппарат отопительный твердотопливный с водяным контуром АОТВК -2-25-6, который работает на твердом топливе (дрова, брикеты) и на электричестве. В котел АОТВК -2-25-6 встроены электрический блок-ТЭН общей мощностью 6кВт - три ТЭНа по 2кВт. С помощью пульта управления ПУ-1 можно регулировать электрическую мощность 2; 4; 6 кВт, и регулировать температуру жидкости в системе отопления от +30С до +80С [2,3].

Обустройство автономной системы отопления позволяет решить практически все проблемы, связанные с поддержанием комфортной температуры в доме. Пульт для управления электрическими и твердотопливными котлами АОТВК при своих небольших габаритах позволяет поддерживать заданный температурный режим работы электрического котла, а для управления работой отопления в схему включается электронный таймер KG316T. Таймер имеет 8 программ для задания времени включения и отключения тэнов отопительного котла, а также дня недели или различных комбинаций дней недели [4].

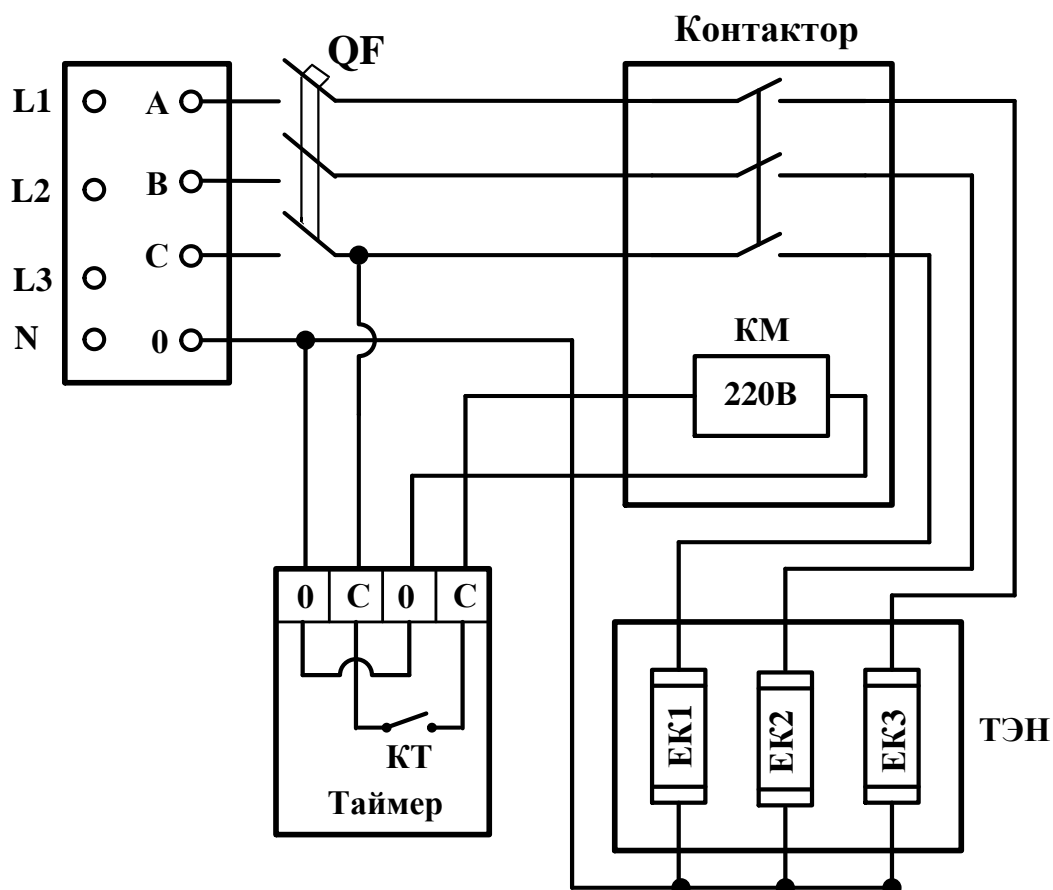


Рисунок 1. Принципиальная электрическая схема управления электронагревателями мощностью 6кВт 380В.



Рисунок 2. Реле времени программируемое (таймер) недельный KG316T и двухтарифный счетчик электрической энергии марки Меркурий 230 ART-02.

Преимущество данного котла будет в том случае, если установлен двухтарифный счетчик электроэнергии. В нашем случае используется двухтарифный счетчик марки Меркурий 230 ART-02.

Чтобы выявить преимущества двухтарифного счетчика марки Меркурий 230 ART-02 перед однотарифным и целесообразность его установки, я провел расчет потребления электроэнергии для

моего электрического котла отопления АОВК -2-25-6 за полгода с сентября 2017 по февраль 2018 года. В настоящее время в Амурской области действуют следующие тарифы на электроэнергию для населения, проживающих в домах с электроплитами:

одноставочный тариф – 2,46 (руб./кВт·ч);
 одноставочный тариф, дифференцированный по
 двум зонам суток: дневной тариф – 2,83 (руб./кВт·ч)
 ночной тариф – 0,77 (руб./кВт·ч).

При установке двухтарифного счётчика расходы
 на электроэнергию будут считаться по следующей
 схеме: дифференцированный по двум зонам суток:
 днем - с 7:00 до 23:00 электроэнергия оплачивается
 по 100%-му «дневному» тарифу – 2,83 рубля за
 киловатт-час, а с 23:00 до 7:00 – по так называемому
 «ночному» тарифу, – 0,77 рубля за киловатт-час то

есть 27% от существующего. Здесь нужно –
 использовать максимум электроэнергии ночью и
 минимум днем тогда получим экономию. Для того,
 чтобы экономить, необходимо минимизировать
 использование электроэнергии в дневные часы,
 когда стоимость киловатта больше, и увеличить ее
 использование ночью [4].

Расчет эффективности перехода на
 двухтарифный счетчик электрической энергии
 представлен в таблице 1.

Таблица 1. Потребление электроэнергии с сентября 2017 по февраль 2018г.

Месяц	Начислено, кВт·ч T1 = 2,83 р T2 = 0,77 р T = 2,46 р	К оплате, руб		Экономия	
		Двух тарифный (2,83), 0,77)	Одно тарифный (2,46)	% ночного потребл.	Руб,
Сентябрь	80•2,83 = 226,40 200•0,77 = 154,00 Итого: 280 кВт·ч	226,40 154,00 380,40	280•2,46 = 688,80 688,80	71,4%	308,40
Октябрь	70•2,83 = 198,10 420•0,77 = 323,40 Итого: 490 кВт·ч	198,10 323,40 521,50	490•2,46 = 1205,40 1205,40	85,7%	683,90
Ноябрь	85•2,83 = 240,55 705•0,77 = 542,85 Итого: 790 кВт·ч	240,55 542,85 783,40	790•2,46 = 1943,40 1943,40	89,2%	1160,00
Декабрь	70•2,83 = 198,10 870•0,77 = 669,90 Итого: 940 кВт·ч	198,10 669,90 868,00	940•2,46 = 2312,40 2312,40	92,5%	1444,40
Январь	70•2,83 = 198,10 900•0,77 = 693,00 Итого: 970 кВт·ч	198,10 693,00 891,10	970•2,46 = 2386,20 2386,20	92,7%	1495,10
Февраль	80•2,83 = 226,40 920•0,77 = 708,40 Итого: 1000 кВт·ч	226,40 708,40 934,80	1000•2,46 = 2460,00 2460,00	92%	1525,20
				Итого:	6617,00

Данные расчеты показывают, что ночное
 потребление электроэнергии довольно высокое 71-
 92%, экономия по сравнению с однотарифным
 счетчиком составляет за полгода 6617,00 рублей.
 Эта сумма экономии покрыла расходы на
 приобретение двухтарифного счетчика Меркурий 230
 ART-01 – 5000 рублей и программируемого реле
 времени (таймера) KG316T – 1000 рублей.

Если у Вас в квартире или доме имеется большое
 количество электроприборов, таких как, стиральная и
 посудомоечная машина, электрические насосы,
 теплые полы, электродвигатель, кондиционер,
 электрическая плита и другие мощные приборы,
 работающие круглосуточно или преимущественно по
 ночам, то установка двухтарифного счетчика
 электроэнергии для вас однозначно будет более
 выгодна, чем однотарифного счетчика.

ИСТОЧНИКИ

1. Установка электрического отопления в частном
 доме – простой способ сэкономить на коммунальных

услугах. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://x-teplo.ru/otoplenie/doma/elektricheskogo-chastnogo-doma.html>. (дата обращения: 17.02.2018).

2. Аппарат отопительный твердотопливный с водяным
 контуром «Мистер Хит» АОТВК-2-25-6, АОТВК-31,5-6.–
 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://www.tomskteplo.ru/Pasp_25.31.pdf (дата обращения:
 04.02.2018).

3. Пульт управления твердотопливным котлом –
 [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://3bears.ru/catalog/tverdotoplivnye_kotly/pult_upravleniya_tverdotoplivnym_kotlom/ (дата обращения: 14.02.2018).

4. Тарифы на электроэнергию для Амурской области с
 1 января 2018 года. – Режим доступа: <https://energo-24.ru/authors/energo-24/12832.html>. (дата обращения:
 16.02.2018).

5. Светличный С.В. Автоматическое управление
 электрическим котлом отопления /С.В. Светличный
 //Энергетика и информационные технологии: матер.
 Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г.

УДК 621.311.25

А.Д. Сидоров, Н.В.Зубова

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ

Аннотация. В статье рассмотрены способы повышения КПД солнечной установки, а также предлагается бюджетный вариант её исполнения.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фотоэлектрические панели, эффективность.

На сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что углеводородный век заканчивается и наступает время возобновляемых источников энергии. Актуальность использования одной только солнечной энергии доказана в большинстве развитых стран, а необходимость вызвана следующими факторами: повышение энергобезопасности стран; сокращение выбросов парниковых газов; получение энергии, не зависящей от постоянно изменяющейся цены на традиционные источники энергии. Развитие технологий производства фотоэлектрических ячеек и уменьшение затрат на их изготовление сделало солнечные панели (ФЭП) достаточно привлекательными для преобразования лучистой энергии в электрическую.

Причины уменьшения эффективности ФЭП

Теневой эффект. При затемнении одного или нескольких элементов ФЭП ячейка перестает генерировать напряжение и становится потребителем мощности. Чтобы минимизировать этот эффект можно использовать обходные диоды [1].

Температура. При увеличении температуры увеличивается и концентрация свободных электронов. С ростом концентрации возрастает сила тока и падение напряжения. Для того чтобы избежать этого явления, необходимо располагать ячейки в модуле на небольшом расстоянии друг от друга для циркуляции воздуха.

Погодные условия. В небольшую облачность ФЭП может сохранять генерацию до 80% и даже в пасмурный день до 30% от номинальной. При малом количестве солнечных дней лучше использовать аморфные панели. Существует возможность защиты солнечных панелей, оснащенных механизмом слежения, от сильного ветра. Для этого необходимо установить пороговое значение скорости ветра на соответствующем датчике. При сильном ветре панели примут горизонтальное положение для уменьшения сопротивления ветровому потоку.

Аэрозоли. Микрочастицы, поглощая и дифрагируя солнечный свет, могут выступать в роли фильтра, тем самым снижая уровень инсоляции. В основном это

касается крупных промышленных городов. Примером решения данной проблемы является использование стометрового очистителя воздуха, который тестируется в Китае.

Фотонный спектр. Фотоны, попадающие на поверхность солнечного элемента, обладают разным количеством энергии. Материалы, используемые для создания ФЭП, имеют различную ширину запрещенной зоны и, как следствие, поглощают не все фотоны. Эту проблему решают многослойные или гибридные ФЭП, которые в перспективе смогут задействовать весь фотонный спектр, что увеличит эффективность до недоступных на данный момент значений.

Срок эксплуатации. Эффективность солнечной панели уменьшается каждый год примерно на 0,5%. Максимальное значение потери КПД около 3%, после этого изменение становятся менее заметными. Большинство производителей гарантирует, что через 25 лет эффективность ФЭП будет составлять более 80%.

Угол инсоляции. В идеальных условиях угол между солнечными лучами и поверхностью фотоэлемента должен составлять 90 градусов. Это можно обеспечить с помощью системы слежения за солнцем. Она может быть выполнена как с использованием фотодатчиков, GPS-датчика, так и без них. Фотодатчики можно использовать в системе с ограниченным бюджетом, но это также скажется на точности работы.

Система на основе GPS датчика является самой точной для определения положения Солнца. Помимо GPS понадобится дополнительно микроконтроллер, который будет на основе заданного алгоритма и данных, полученных с GPS, определять азимут и угол высоты Солнца над горизонтом. Основным недостатком является цена.

Результаты и обсуждение

Для увеличения эффективности ФЭП без значительных вложений, стоит воспользоваться системой без датчиков, для нее потребуется микроконтроллер и данные о времени по Гринвичу. Если предполагается использование нескольких

солнечных установок, то рекомендуется дополнительно установить радиопередатчик, чтобы другие солнечные панели повторяли за основной все движения, но при этом не были снабжены дорогостоящим оборудованием. Сам алгоритм может быть построен с использованием расчетов из исследования [2], которые позволяют максимально точно определить положение Солнца в плоскости эклиптики. Алгоритм, переведенный на язык C++ затем используется для программирования микроконтроллера. Предложенное решение

позволяет получить максимальный уровень инсоляции на поверхности фотоэлектрической панели и, как следствие, повысить её эффективность.

ИСТОЧНИКИ

1. Удалов С.Н. Возобновляемая энергетика: учеб. пособие / под ред. С. Н. Удалова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 607 с.

2. Computing planetary positions - a tutorial with worked examples. Date Views 05.03.2018, www.stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html#5.

УДК 621.371

Р.С.Сингатулин, А.В. Сапрыка, П.В.Рощубкин

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород

АНАЛИЗ СТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ЦИФРОВОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В КАЧЕСТВЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация: Выполнен анализ стабильности частоты и спектральной частоты выходного сигнала источника электромагнитных колебаний, при учете нелинейности системы фазовой автоподстройки частоты.

Ключевые слова: источник электромагнитных колебаний, фазовая автоподстройка частоты, диэлькометрическая система, биологический объект.

Abstract: The analysis of the frequency stability and spectral frequency of the output signal of the source of electromagnetic oscillations, taking into account the nonlinearity of the phase-locked frequency.

Key words: source of electromagnetic oscillations, phase-locked frequency, dielcometric system, biological object.

Постановка проблемы. Измерение диэлектрической проницаемости материалов и биологических веществ является основной задачей в области контроля состава и свойств материалов и биологических веществ. Применение электромагнитных излучений в агропромышленном комплексе создает новые возможности для создания электромагнитной технологии, необходимой для переработки, обработки и хранения сельскохозяйственной продукции. Но, создание таких технологий невозможно без знаний о величине диэлектрической проницаемости органов и тканей, биологических объектов сельскохозяйственного производства. В связи, с чем является актуальной задачей разработка возбудителей диэлькометрических систем на основе цифрового источника электромагнитных колебаний для дистанционного измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов [1, 2].

Анализ последних исследований и публикаций. Теория и техника систем генерации электромагнитных колебаний получила широкое внедрение в различных областях радиотехники и автоматики [3]. Однако генерации электромагнитных

колебаний в диэлькометрических системах для применения их в областях агропромышленного комплекса уделено недостаточно внимания.

Цель статьи. Проведение теоретических исследований для оценки стабильности частоты цифрового источника электромагнитных колебаний диэлькометрических систем.

Основные материалы исследования. Как показывает анализ основных характеристик источника электромагнитных колебаний: диапазона рабочих частот, шага сетки частот, стабильности частоты, уровня побочных составляющих, фазовых шумов и времени переключения (быстродействия) важнейшими являются стабильность: частоты и спектральная чистота выходного сигнала [4].

Для анализа стабильности частоты источника электромагнитных колебаний используем метод функциональных разложений Вольтерра, который является одним из наиболее удобных и точных методов анализа нелинейных динамических систем. С этой целью рассмотрим эквивалентную модель ФАПЧ источника электромагнитных колебаний (рис. 1).

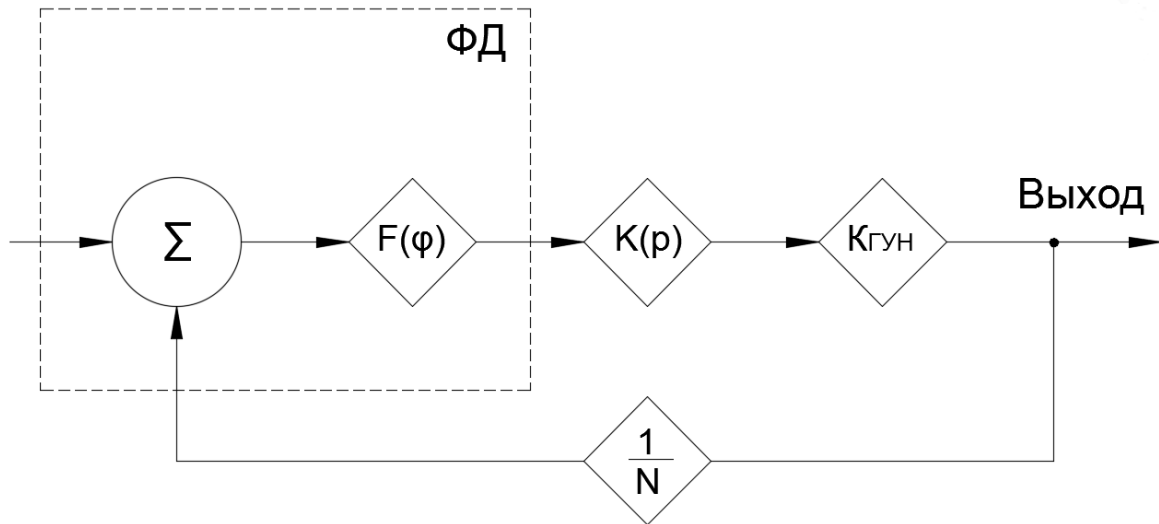


Рисунок 1 - Эквивалентная модель ФАПЧ источника электромагнитных колебаний
 Дифференциальное уравнение, описывающее такую модель, можно записать в виде [4]:

$$\dot{f} + \Omega_y K(p) F\left(\frac{f}{N}\right) = \dot{x}, \quad (1)$$

где \dot{f} - разность фаз сигналов кварцевого и ГУН генераторов;

Ω_y -полоса удержания;

$K(p)$ – передаточная функция фильтра нижних частот (ФНЧ);

$F\left(\frac{f}{N}\right) = \sin\left[\frac{f}{N}\right]$ - приведенная характеристика фазового детектора;

N - коэффициент деления делителя с переменным коэффициентом деления (ДПКД) частоты в источнике электромагнитных колебаний;

$\dot{x} = \dot{x}(t)$ - возмущения, действующее на систему ФАПЧ, обусловленное внутренними шумами схемы.

Решение уравнения (1) будем искать в виде усеченного ряда Вольтерра. Считая характеристику фазового детектора синусоидальной, и разлагая её в ряд Тейлора, была получена система уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \dot{f}_1(t) + \Omega_y K(p) \frac{f_1(t)}{N} &= x(t); \\ \dot{f}_2(t) + \Omega_y K(p) \frac{f_2(t)}{N} &= 0; \\ \dot{f}_3(t) + \Omega_y K(p) \frac{f_3(t)}{N} &= \frac{\Omega_y K(p)}{3!N^3} f_1^3(t). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Применив многомерные преобразования Лапласа к обеим частям уравнений (2), получим выражение для ядер Вольтерра в операторной форме:

$$\begin{aligned} H_1(p_1) &= \frac{1}{\left[p_1 + \Omega_y K(p_1) \times \frac{1}{N} \right]}; \\ H_2(p_1, p_2) &= 0; \\ H_3(p_1, p_2, p_3) &= \frac{1}{3!N^3} \times \frac{\Omega_y K(p_1 + p_2 + p_3)}{(p_1 + p_2 + p_3) + \Omega_y K(p_1 + p_2 + p_3) \times \frac{1}{N}} \times \prod_{i=1}^3 \frac{1}{p_i + K(p_i) \Omega_y \times \frac{1}{N}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Известно [5], что спектр выходного сигнала $\varphi(t)$ нелинейной динамической системы, описываемой совокупностью N ядер Вольтерра в операторной форме вида $H_n(p_1, \dots, p_n)$, может быть записан как:

$$\Phi(p) = \sum_{n=1}^N \dot{A} \left\{ H_n(p_1, \dots, p_n) \prod_{i=1}^n X(p_i) \right\} \text{ при } p=j\omega, \quad (4)$$

где A – оператор при ведении к одной переменной.

Комбинируя (3) и (4) после перехода к спектральной плотности мощности флуктуаций фазы $S\varphi(\omega)$ имеем

$$S_f(\omega) = b^2 \Omega_y^2 \left\{ 1 + \frac{1}{3!} b^2 \Omega_y^3 \frac{K_1 \omega^6 + K_2 \omega^4 + K_3 \omega^2 + K_4}{\omega^8 + L_1 \omega^4 + L_3 \omega^2 + L_4} \right\} \times \\ \times \frac{m^2 \omega^2 + 1/T^2}{\omega^4 + \frac{1}{T^2} [1 + 2T\Omega_y(m-1) + m^2 T^2 \Omega_y^2] \omega^2 + \left(\frac{\Omega_y}{T} \right)^2}, \quad (5)$$

где $b^2[1/\Gamma_c]$ – отношение шум – сигнал по мощности в полосе сигнала;

$m = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ – коэффициент пропорционально-интегрирующего ФНЧ;

$T = (R_1 + R_2)C$ – постоянная времени ФНЧ.

$$L_1 = B_1^2 - 2B_2; L_2 = B_2^2 - 2B_1 B_3 + 2B_4; L_3 = B_3^2 - 2B_4 B_2; L_4 = B_4^2;$$

$$K_1 = - \left[2A_2 + A_1 (2B_1 - A_1) \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right];$$

$$K_2 = 2A_1 + 2A_2 \left(2B_2 + A_2 \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right) + A_3 \left(2B_1 - A_1 \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right) - A_1 \left(2B_3 + A_3 \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right);$$

$$K_3 = - \left[A_4 \left(2B_2 - A_2 \frac{b^2 \Omega_y^3}{2!} \right) + A_2 \left(2B_4 + A_4 \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right) - A_3 \left(2B_3 + A_3 \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right) \right];$$

$$K_4 = A_4 \left[2B_4 + A_4 \frac{b^2 \Omega_y^3}{3!} \right]; A_1 = (A+C)^3;$$

$$A_2 = 3A^3(B+2D) + 3A^2C(3D+4B) + 3AC^2(5B+4D) + 3C^3(2B+D);$$

$$A_3 = A^3(11D^2 + 4BD + 2B^2) + 9AC^2(2B^2 + 6BD + D^2) +$$

$$+ 9AC^2(B^2 + 6BD + 2D^2) + C^3(11B^2 + 14BD + 2D^2);$$

$$A_4 = 3(A^3D + BC^3)(2B^2 + 5BD + 2D^2) + 27ABCD[C(2B+D) + A(2D+B)];$$

$$B_1 = 6 \left(\frac{1}{T} + m\Omega_y \right); B_2 = 11 \left(\frac{1}{T} + m\Omega_y \right)^2 + \frac{\Omega_y}{T};$$

$$B_3 = 6 \left(\frac{1}{T} + m\Omega_y \right)^3 + 3D \frac{\Omega_y}{T} \left(\frac{1}{T} + m\Omega_y \right);$$

$$B_4 = 3 \left(\frac{\Omega_y}{T} \right)^2 + 18 \frac{\Omega_y}{T} \left(\frac{1}{T} + m\Omega_y \right);$$

$$A+C=m; BC+AD=1/T; B+D=1/T+m\Omega_y; BD=\Omega_y/T.$$

Для расчета характеристики стабильности подставим (5) в выражение для относительного значения среднеквадратического отклонения частоты выходного сигнала СЧ от среднего значения для данного времени измерения

$$\frac{\sigma[(\varphi)\tau]}{f_0} = \left(\frac{2}{\omega_0^2 \tau^2} \int_0^\infty S\varphi(\omega) \sin \frac{\omega\tau}{2} d\omega \right)^{1/2} \quad (6)$$

где $f_0 = \frac{\omega}{2\pi}$ - номинальное значение частоты выходного сигнала СЧ.

Выводы. Как показали расчеты и экспериментальные результаты для источника электромагнитных колебаний с параметрами $b^2=10^{-3}$ Гц⁻¹; $\Omega_y=40$ мГц; $N=20$; $m=0,5$; $T=1,6 \cdot 10^{-2}$ с, $f_0=1,15$ ГГц нестабильность частоты источника электромагнитных колебаний за время 10^{-3} с составила 10^{-6} .

ИСТОЧНИКИ

1. Лоутон, Р.Э. Импульсные измерения во временной области / Р.Э. Лоутон, С.М. Риад, Дж. Р. Эндриус // ТИИЭР. – 1986. - Т.74. - №1. – С.87-92.
2. Сингатулин, Р.С. Анализ устройств генерации электромагнитных колебаний для дистанционного измерения диэлектрических параметров в биологических объектах [Текст] / Р.С. Сингатулин // Материалы науч.-

практ. конф. "Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке" – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 533-537.

3. Шапиро, Д.Н. Основы теории синтеза частот / Д.Н. Шапиро, А.А. Паин. – М. : Радио и связь, 1981. – 264с.

4. Сапрыка, А.В. Информационно-измерительные системы дистанционного измерения диэлектрических параметров в биологических объектах [Текст] / А.В. Сапрыка, Р.С. Сингатулин // Материалы X всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых: часть II "Наука молодых – инновационному развитию АПК" – Уфа : ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 2017. – С. 52-56.

5. Идентификация и оптимизация нелинейных стохастических систем / Попков Ю.С., Киселев О.Н., Петров Н.П. и др. – М. : «Энергия», 1976. -439с.

УДК 681.2.087

С.Ф. Степанов, В.В. Коваленко, А.С. Должикова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВУЛКАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

На Земле больше 1500 вулканов. Каждый год наблюдается от 50 до 70 извержений. Исследование активных вулканов всегда было и остается для учёных важной проблемой. Дело не только в интенсивном выделении тепла, и в огромном количестве ядовитых газов, выходящих из жерла, дело в том, что тысячи людей живут в непосредственной близости от вулканов, поэтому для того чтобы минимизировать опасность при возникновении извержения, необходимо постоянно получать более подробные данные о процессах происходящих как внутри, так и на поверхности вулкана. Исследованиями вулканов занимаются вулканологи-люди опасной профессии. Порой им приходится работать на потоках раскаленной лавы, спускаться в кратер вулкана для взятия проб.

Следует отметить, что на большинстве активных вулканов нет современных постоянных систем геофизических наблюдений, и наоборот, многие из хорошо наблюдаемых вулканов большую часть времени находятся в покое. В этих условиях высококачественные наблюдения процессов, происходящих на вулканах, удается получить достаточно редко. В последние время для изучения вулканов стали применять беспилотные летательные аппараты.

Применение беспилотников помогает замерить состояние газов вокруг вулкана, доступ к которому обычными средствами затруднен. Запуск беспилотников проводится с расстояния нескольких километров, что безопасно для исследователей.



Рисунок 1. Спуск исследователя в кратер вулкана



Рисунок 2. Подготовка к наблюдению за началом извержения

Беспилотный аппарат снимает видео вулканической активности с рекордно близкого расстояния, на которое к вулкану не рискнет подходить даже человек в специальном костюме.

Кроме видеокамер беспилотники оснащают газоанализатором, фильтрами, тепловизорами и приборами для сбора образцов пепла. Получение этих данных позволяет достаточно оперативно

оценивать границы и объемы изверженного материала во время извержения в реальном времени.

Вулканы являются одними из самых опасных мест на Земле ввиду того, что в кратерах практически всё — от высокой температуры до ядовитых испарений грозит уничтожить любого незваного гостя. Для исследования вулканов нужны специальные беспилотные устройства, которые могут пролететь над вулканом. Применение обычных беспилотников может быть мало эффективным. Так известен случай, когда во время съёмки видео в «пасти» вулкана погибли 2 квадрокоптера. Это произошло из-за того, что они слишком близко подлетели к лаве, в результате чего перестали реагировать на команды с пульта и рухнули вниз. В другой раз полеты над действующим вулканом не прошли бесследно для оборудования БПЛА: передняя часть камеры GoPro оплавилась, но карта памяти осталась цела.

Беспилотник должен быть выполнен из легкого, но теплостойкого материала, иметь теплозащитные экраны основных узлов, при работе находиться в зоне высокой температуры минимальное время. Для увеличения продолжительности работы в горячей

зоне в конструкции беспилотника можно предусмотреть микробаллон с жидким азотом, с помощью которого можно будет охлаждать наиболее температурозависимые узлы и детали.

Выводы. Применение беспилотников для исследования вулканов позволит обезопасить исследователей, снизить стоимость проводимых работ, качественно улучшить сбор данных о самом вулкане, а также о состоянии флоры и фауны на склонах и вокруг вулкана, что особенно важно для населения, проживающего вблизи вулкана и ведущего там хозяйственную деятельность.

ИСТОЧНИКИ

1. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки. [Электронный ресурс] /Ракурс// <http://www.racurs.ru/?page=621> - Заг.с экрана (дата обращения:06.08.2014)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

С.Ф. Степанов, д-р техн. наук,
В.В. Коваленко, к.т.н., доц.,
А.С. Должикова аспирант

УДК 620.9:664.8.036:635

Л.П. Стрекалова, Т.Е. Попова, В.В. Резниченко

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Нижнее Поволжье - колыбель русского бахчеводства. Эта зона включает Саратовскую, Волгоградскую и Астраханскую области. В Нижнем Поволжье исторически выделяются более сконцентрированные посевы бахчевых культур в устье реки Волги, Волго-Донская перемычка, Камышинская подзона и район степного Заволжья.

Обладая высокой сочностью, сахаристостью, приятным запахом и вкусом плоды бахчеводства поедаются в свежем виде, являются сырьем для консервной промышленности, используются для технических целей, в качестве корма для животных (отходы переработки бахчевых). Из сока арбузов готовят мед, патоку, сиропы и вино, из мякоти плодов - повидло, пастилу, из коры делают цукаты, а из семян извлекают масло [1].

В связи с изменением социально-экономических отношений в стране сократились посевные площади под бахчевые, снизилось потребление продукции. С целью возрождения перерабатывающих предприятий отрасли бахчеводства необходимо внедрение безотходных технологий переработки сельхозсырья по, так называемому, законченному циклу [2]. Эта концепция включает их глубокую товарную переработку с получением арбузного меда, патоки,

сиропов и вин, повидла, пастилы, цукатов, сока и арбузного масла.

Для разработки технологии комплексной переработки плодов бахчевых культур, основанной на максимальном сохранении ценных веществ исходного сырья, рациональном использовании вторичных ресурсов и возобновляемой энергии, для энергоснабжения процессов переработки необходим системный подход к конструированию и моделированию технологических схем.

Для лучшего сохранения питательных элементов, витаминов в арбузном меде (нардеке) можно использовать существующие выпарные аппараты, содержащие герметизируемую подогреваемую емкость с крышкой, сообщенную паропроводом с охлаждаемым водой теплообменником, конденсатором с емкостью для сбора конденсата. Создание вакуума осуществляется за счет охлаждения поверхности емкости (воздушное охлаждение, водяное). При этом процесс низкотемпературного удаления влаги из жидкого сырья в вакууме при температуре, не превышающей 50°C [3]. Энергообеспечение осуществляется от центральных сетей энергоснабжения. Современное развитие экологически чистых технологий возобновляемой энергетики предусматривает

использование стационарных солнечных концентраторов ввиду того, что ресурсы солнечной энергии огромны и доступны каждой стране [4].

В районах степного Заволжья для перерабатывающего хозяйства, удаленного от центрального электроснабжения в качестве преобразователя потока инсоляции используем высокотемпературный гелиоэнергетический модуль с концентратором солнечного излучения, позволяющего собирать, концентрировать и направлять солнечную энергию на варочный котел. Так как модуль емкостной, периодического действия, то непосредственно для процесса выпаривания используем наиболее эффективное солнцестояние.

В солнечных коллекторах-концентраторах применяются параболические концентраторы с поверхностью из зеркал или солнце-отражающей пленки, фокусирующие солнечный свет в круглое фокальное пятно. При установке плоскость поверхности входа располагают под углом широты местности к горизонтальной плоскости. (рисунок 1).

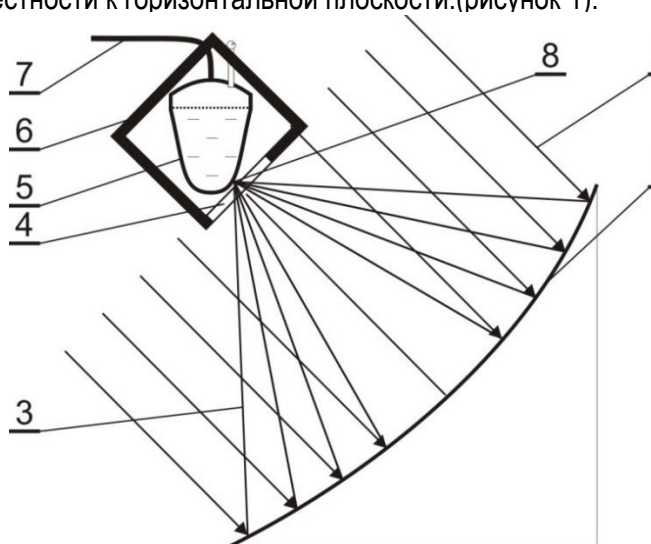


Рисунок 1 – Схема выпарного модуля с параболическим гелиоконцентратором:
1 – концентратор; 2 – падающие солнечные лучи;
3 – отраженные лучи;

4 – стекло; 5 – выпарной модуль; 6 – утеплитель;
7 – паропровод; 8 - фокальная точка

Параболическое зеркало 1 имеет солнцезащитное покрытие, что фокусирует отраженные лучи 2 в точке скопления 8, фокусируемой на поверхности выпарного модуля 5, через стекло 4. Фокусное расстояние согласовывается с геометрическими размерами гелиоконцентратора. Для снижения теплообмена варочной установки с окружающей средой необходимо теплоизолировать утеплителем 6, с черным покрытием снаружи. На рисунке показан выход паров на конденсацию через паропровод 7.

Благодаря использованию метода низкотемпературного удаления влаги в вакууме возможно получение арбузного меда (нардека) с минимизацией потерь биологически активных веществ.

Выбирая угол наклона отражающих элементов, расположенных на поверхности концентратора, можно добиться увеличения коэффициента использования отражающей поверхности и повышения степени концентрации солнечной энергии.

ИСТОЧНИКИ

1. Стрекалова Л.П. Обоснование электротехнологических способов повышения эффективности сортировальных пунктов арбузов. -/Дисс.на соиск.степени к.т.н., СГАУ им.Вавилова.-Саратов, 2005г.
2. Храмов А.Г. Концепция развития пищевых отраслей АПК в условиях ограниченных сырьевых ресурсов// Изв.вузов. Пищевая технол., № 2-3, 2001.-С. 11-12.
3. Емельянов, А. А. Температурный режим выпаривания влаги в вакууме Текст. / А. А. Емельянов, И. В. Гаранжа, А. Г. Золотарев // Матер. ХШ науч.-техн. конф. «Вакуумная наука и техника». Сочи, 2006. - С. 304-305.
4. Стребков Д.С. Развитие экологически чистых технологий возобновляемой энергетики.-/ Д.С. Стребков.-Вестник РАЕН, 2009, №1.- С. 57-67.

УДК 621.54

С.Д. Стрекалов¹, Л.П. Стрекалова²

¹-Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

²- Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

К ОБЪЯСНЕНИЮ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ВЕТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВОЛНОВОГО ТИПА

Влияние энергетической составляющей на увеличение парникового эффекта, глобальные климатические изменения становится все более очевидным и потому является наиболее обсуждаемой темой среди участников международных форумов по вопросам формирования энергетической политики.

По мнению некоторых известных российских ученых необходимо направлять усилия государства и общества в направлении роста энергоэффективности

технологий, сокращающих выбросы парниковых газов во всех отраслях хозяйственной деятельности. Сокращению доли углеводородов в мировом энергобалансе также будет способствовать развитие и внедрение возобновляемых источников энергии [1]. В Распоряжении Правительства Российской Федерации от 23 августа 2003г №1234-р утверждена Энергетическая стратегия России до 2030 года, где уделяется большое внимание необходимости использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), подчеркивается важность снижения

экологической нагрузки от деятельности топливно-энергетического комплекса. Двигателем стремительного роста ВИЭ за последние 25 лет стали солнечная и ветроэнергетика, их доля увеличилась с 1,5% в 1990 году до 6,3% в 2014 году и предположительно догонит гидроэнергетику в 2030 году, достигнув 16,3% [1].

В решении экологических проблем на современном этапе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) необходимо стремиться к созданию энергетических систем, органически вписывающихся в экосистемы, способствующих восстановлению баланса между потребителем энергии и природой.

Окружающий нас мир полон движущихся объектов. Все движения в широком смысле этого слова можно разделить на два класса в зависимости от того, остается ли рассматриваемый объект вблизи некоторого среднего положения или такого положения нет. Классическими примерами движения первого класса являются колебание маятника, колебание струны, колебание флага на ветру, камышинки в реке [2].

Рассмотрим характер колебательного движения маятника на пружине, расположенной горизонтально и при этом обеспечить движение осциллятора без трения. Тогда создадутся условия, при которых осциллятор будет одновременно совершать колебания как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Пусть маятник состоит из участков с различной жесткостью, т.е. отдельные участки (звенья) имеют собственную частоту колебаний: $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$.

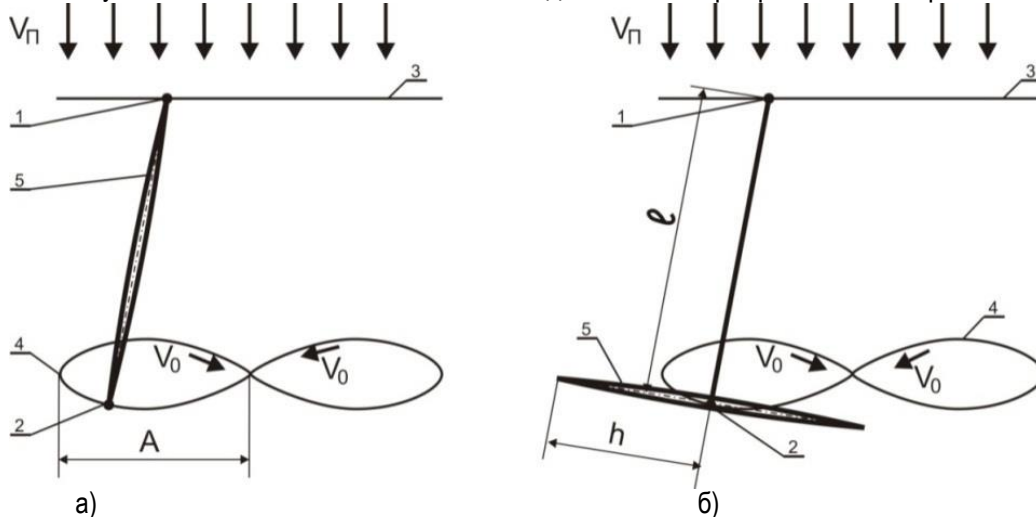


Рисунок 1 – Взаимодействие ветроприемной поверхности с потоком:

а – вдоль направления потока; б – перпендикулярно направлению потока; 1 – базовый осциллятор; 2 – пульсирующий осциллятор; 3 – траектория движения базового осциллятора; 4 – траектория движения пульсирующего осциллятора; 5 – ветроприемная поверхность)

Следовательно, если звено в положении равновесия было расположено параллельно направлению движения потока, то при сколь угодно малом возмущении оно будет удаляться от этого положения. Возникнут автоколебания, частота

Маятник с подвижной точкой опоры дополним семейством маятников, совершающих колебания таким образом, что фазы колебания связаны соотношением $\varphi_i = \varphi_0 + \varphi \cdot (i - 1)$, где φ_0 – начальная фаза колебаний, φ – фазовая постоянная, i – порядковый номер осциллятора. В результате сложения смещенных по фазе колебаний по n -звенному маятнику будет пробегать волна, скорость которой определяется частотой колебаний, длиной звена, фазовой постоянной.

Под действием потока среды, несущей в себе энергию E , составленный маятник будет совершать волновое движение, в результате чего осцилляторы звеньев будут перемещаться из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение, и скорость волны во многом будет определяться тем энергетическим потенциалом, который несет в себе поток [3].

Представим одно звено маятника с подвижной точкой опоры в воздушном потоке, закрепляя определенным образом на звене плоскую пластину (ветроприемную поверхность).

Пусть ветроприемная поверхность 5 будет закреплена на звене вдоль направления потока (рис. 1а). Поток V_p , воздействуя на ветроприемную поверхность, смещает ее в крайнее положение. Так как колебания базового 1 и консольного 2 осцилляторов смещены относительно друг друга на величину φ , при достижении крайнего положения угол наклона звена, а, следовательно, ветроприемной поверхности, изменяется. Благодаря этому сила потока будет перемещать звено в противоположное крайнее положение, т.е. возникает волновое движение ветроприемной поверхности.

которых будет определяться скоростью движения потока и параметрами ветроприемной поверхности.

Пусть ветроприемная поверхность закреплена перпендикулярно звену (перпендикулярно направлению потока) (рис.1б), тогда ее крайние точки описывают траекторию:

ИСТОЧНИКИ

1. Региональный энергетический форум МИРЭС "Энергетические технологии 21 века для безопасности, энергоэффективности, экологии и ВИЭ" <http://cnr-cme.ro/foren2010/>.

2. Стрекалов С.Д. Волновые преобразователи энергии потоков – «Зеленая энергетика».-/ Междунар.науч.-пр. конф. «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность -2017», Севастополь, 2017, с.1297-1302.

3. Стрекалов С.Д. Волновая техника.- /С.Д. Стрекалов.- ИПК ФГОУ ВПО ВГСХА «Нива», Волгоград, 2007.- 126с.

4. Патент на изобретение РФ № 2293212 МПК7 F03D5. Устройство для преобразования возобновляемой энергии / Стрекалов С.Д., Мишарев Г.М., Л.П. Стрекалова, А.Н. Тарасов А.Н. Заявл. №2005124839 от 04.08.2005 // опубл. 2007.

$$\begin{cases} X_{л} = \ell \cdot \cos \alpha - h \cdot \sin \alpha, \\ Y_{пр} = A \cdot \sin \omega t + \ell \cdot \sin \alpha + h \cdot \cos \alpha, \end{cases} \quad (1)$$

где h – половина длины ветроприемной поверхности;
 ℓ – длина звена.

Угол наклона ветроприемной поверхности, поставленной перпендикулярно звену, будет в процессе колебаний изменяться:

$$\alpha = \arcsin \frac{A}{\ell} [\sin(\omega t + \varphi) - \sin \omega t] + \pi/2. \quad (2)$$

Таким образом, возникновение автоколебаний под действием струи воздуха на волновую поверхность позволяет получать энергию от движущегося потока. Это явление можно использовать при создании ветродвигателей волнового типа, когда одно звено может быть рабочим органом волнового ветропреобразователя, рабочим органом которого, в отличие от вращающейся лопасти, является колеблющаяся плоскость [4].

УДК 621.548

С.Д. Стрекалов¹ , Л.П. Стрекалова², Г.Н. Синева²

¹Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

К ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ ВОЛНОВОГО ТИПА

Одной из значимых задач сельской энергетики является наряду с обеспечением надежного энергообеспечения является рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) с одновременным снижением энергоемкости сельхозпроизводства.

Создание и поддержание микроклиматических условий в помещениях различных отраслей АПК является фактором, определяющим повышение производительности и увеличение выхода продукции. В то же время в комплексе задач по энергообеспечению технологий сельскохозяйственного производства обеспечение микроклимата является наиболее энергозатратной статьей [1].

В сельскохозяйственном производстве для нагнетания или удаления газообразного потока используют вентиляторы различных типов, работающие для искусственной вентиляции. Для создания приточно-вытяжной вентиляции в животноводческих помещениях используют вентиляторы как низкого (до 1000Па), так и среднего (до 3000 Па) давления, располагая воздухозаборные и вытяжные вентиляционные каналы на различной высоте [2]. Применяемые системы искусственной (принудительной) вентиляции могут обеспечивать реверсирование вентилирующего воздуха с летне-сезонной установкой дополнительных вентиляторов.

Наиболее распространенная конструкция вентиляторов, используемых для создания микроклимата в животноводческих помещениях, содержит крыльчатку, соосно расположенную в круглом воздуховоде, состоящей из круглого кольца, на поверхности которого через равные промежутки установлены лопасти. Лопасти овальной формы представляет собой тонкую жесткую выгнутую пластину, перпендикулярную к поверхности кольца, но под углом к оси вращения, на которую установлен электродвигатель для вращения крыльчатки [3].

Проводимые исследования по устройствам волнового типа, взаимодействующих с воздушной средой, показали положительные результаты их использования в режиме генерирования потока, т.е. в режиме вентилятора. Для сокращения объемов, занимаемых под такие устройства, возможно использование плоскостных вентиляторов, обладающих малыми габаритами и выравненностью потока по ширине воздуховода [4].

Для сельскохозяйственного производства с целью увеличения коэффициента полезного действия вентилятора и увеличения его производительности при малой скорости подаваемого потока возможно использование разработанной конструкции вентилятора волнового типа.

Конструктивно они отличаются наличием лопастей прямоугольной формы, расположенных в

плоскости канала воздуховода прямоугольной формы. За счет фазового смещения шарнирно прикрепленных тяг к лопастям создается направленное движение потока воздуха [5].

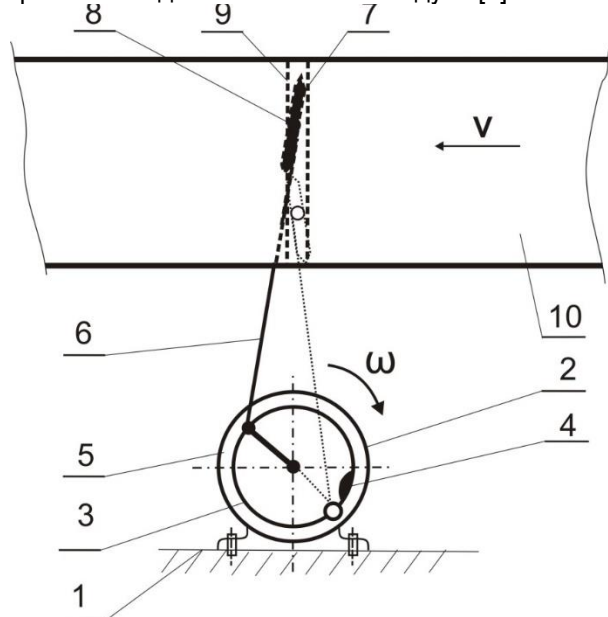


Рисунок 1 Конструктивная схема вентилятора волнового типа:

- 1 - основание; 2 – электродвигатель; 3 – маховик; 4 – балансиры; 5 – кривошипный вал; 6 – шатун; 7 – рабочая лопасть; 8 – пальцы; 9 – направляющие; 10 – воздуховод

На рисунке 1 показана схема вентиляционной установки для прямоугольного воздуховода. Устройство содержит раму 1, на которой установлен электродвигатель 2, на его оси закреплены маховики 3, имеющие балансиры 4 и кривошипы 5, связанные с шатунами 6, на концах которых жестко установлена лопасть 7, имеющая пальцы 8, находящиеся в направляющих 9. Лопасть расположена внутри прямоугольного воздуховода 10. Электродвигатель, вращая закрепленные на валу маховики и кривошипные валы, воздействует на шатуны, которые перемещают рабочую лопасть из крайнего нижнего в крайнее верхнее положения. Благодаря тому, что пальцы имеют возможность двигаться с поворотом в направляющих, одновременно с опусканием и подъемом происходит разворот лопасти, т.е. волновое движение. При подъеме и при опускании лопасть создает направленное движение воздуха (V) через прямоугольный воздуховод. Экспериментальные исследования показали, что распределение скорости потока от воздействия вентилятора волнового типа в прямоугольном воздуховоде в отличие от осевых вентиляторов подаваемый выравнен по ширине прямоугольного воздуховода.

Увеличение КПД вентиляторов такого типа возможно за счет направляющей основы, в которой установлена с возможностью перемещений

подвижная рамка, поперечно расположенная внутри прямоугольного воздуховода, с закрепленными на ней параллельно друг другу несколькими эластичными лопастями [6].

Особенность устройства будет включать направляющую основу, в которой установлена подвижная рамка с закрепленными на ней параллельно друг другу эластичными лопастями. Рамка поперечно установлена внутри прямоугольного воздуховода, с возможностью возвратно-поступательных перемещений. Для создания возвратно-поступательного движения рамки предусмотреть электромагнитную систему, в которой электромагнит с сердечником неподвижно закреплен на воздуховоде, а подвижная часть – жестко соединена с рамкой. За счет усиленного магнитного поля электромагнита катушкой создается тяговое усилие, притягивается якорь, жестко соединенный с рамкой эластичными лопастями. Собственная частота колебаний рамки с эластичными элементами будет соответствовать частоте колебаний электромагнита. При этом происходит разворот лопастей, создающих направленное движение воздуха через прямоугольный воздуховод с заданной скоростью.

Изготовление вентиляционной установки с вентилятором волнового типа обеспечивает повышенную производительность подачи для сельскохозяйственных потребителей без увеличения скорости потока, что позволяет сохранить технологические свойства воздуха. К тому же обеспечивается более равномерное распределение переносимого потока по всему объему прямоугольного воздуховода.

ИСТОЧНИКИ

1. Мишуров, Н.П. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях.- Научный аналитический обзор / Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина/- М.; 2004.
2. Галкин, А.Ф. Комплексная механизация производственных процессов в животноводстве.- М., «Колос», 1974. –С.349-351.
3. Степанов, А.И. Центробежные и осевые компрессоры, воздуходувки и вентиляторы.- Изд-во ГНТИ литературы. Перев. с англ., М., 1960. – С.200.
4. Андронов, П.Р. Моделирование ветродвигателя волнового типа /Андронов П.Р., Дынникова, Г.Я., Досаев М.З, Селюцкий Ю.Д., Стрекалов С.Д. «Проблемы машиностроения и надежности машин». – 2009, №4.- С. 86-91.
5. Патент РФ на полезную модель № 90173. Волновой вентилятор /С.Д. Стрекалов, Л.П. Стрекалова, Б.Д. Папин, Г.Н. Синева // Приоритет заявки № 2009124175. Зарегистрировано 27 декабря 2009г.
6. Патент РФ на полезную модель №115450 Вентилятор /С.Д. Стрекалов, Л.П. Стрекалова, Б.Д. Папин, Г.Н. Синева // Приоритет № 2011145804 от 10.11.2011.

МИКРОКЛИМАТ В ТЕПЛИЦЕ

Аннотация: *Статья посвящена микроклимату в теплице. Предложено решение, которое позволяет создать и поддерживать оптимальный температурный режим в зоне теплицы.*

Ключевые слова: *микроклимат, теплица, электрооборудование, надёжность, автоматическая система регулирования, микросхема*

На сегодняшний день в связи с ростом агрономических требований к микроклимату повышается интерес к автоматическим системам управления для теплиц. Еще несколько лет назад агрономы допускали погрешность поддержания температуры в $+2^{\circ}$, на данный же момент требуется выдерживать температуру $+0.2$ градуса, т.е. требования возросли в 10 раз. Также при управлении микроклиматом раньше редко использовалась влажность, сейчас же требования подразумевают изменение влажности несколько раз в день. Такие требования, в совокупности с энергосберегающими технологиями, требуют установки в теплице большого количества исполнительных систем. Это и разделенная на несколько контуров система отопления, зашторивание, вентиляторы, подкормка CO_2 и т.д. При большом количестве исполнительных систем человеческое управление становится практически невозможным, отсюда и высокий интерес к автоматическим системам управления. С другой стороны, интерес возрастает, потому что экономия энергии выходит сейчас на первый план в процессе производства, и система управления микроклиматом играет здесь одну из ключевых ролей, какая бы ни была котельная, какая бы ни была теплица, решение о количестве и качестве расхода энергии принимает автоматика.

Автоматизация электронагревательных установок позволяет создать и поддерживать оптимальный температурный режим в зоне теплицы. В результате применения даже простейших схем автоматизации повышается продуктивность теплицы, сокращаются затраты ручного труда и энергозатраты на создание микроклимата.

Для системы терморегулирования предлагаем использовать микросхему программируемого цифрового термостата DS1821 производство Dallas Semiconductor Corp.

DS1821 - популярная микросхема цифрового термостата, предназначенная для работы в системах терморегулирования. Микросхема формирует сигнал высокого уровня, если температура в зоне измерения превысит предварительно установленный верхний порог (TH), и остаётся в этом состоянии до тех пор, пока температура не снизится до уровня нижнего порога (TL), также предварительно установленного. Значения верхнего и нижнего температурных порогов хранятся в энергонезависимой памяти. Рабочий диапазон контролируемых температур от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Абсолютная погрешность преобразования

$\sim 1^{\circ}\text{C}$ в диапазоне контролируемых температур -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Типовое время полного преобразования ~ 1 с. DS1821 использует один из выводов (DQ) как для управления внешней нагрузкой в режиме термостата, так и для осуществления связи по однопроводной линии с устройством программирования, в качестве которого может выступать мастер 1-Wire-магистрали.

С завода прибор поставляется в режиме работы с однопроводной линией. В этом случае управляющий вывод DQ сконфигурирован как порт однопроводной связи, поэтому ведущий 1-Wire-шины может сразу произвести запись данных в регистры верхнего (TH) и нижнего (TL) температурных порогов, устанавливая этим температурный диапазон регулирования обрабатываемого прибором. В этом же режиме микроконтроллер может напрямую считать результат последнего измерения температуры, работая в режиме цифрового термометра. После установки температурных порогов и проверки режима измерения температуры перевод DS1821 в состояние термостата выполняется записью соответствующего бита в регистр состояния. В режиме термостата вывод DQ работает как управляющий вывод с открытым стоком (~ 5 mA) и программируемым гистерезисом. Преобразование температуры начинается сразу после подачи питания на вывод питания прибора и выполняется непрерывно. Значение гистерезиса определяется как разность между температурными порогами TH и TL.

Установить связь между микросхемой и ведущим однопроводной шиной, когда DS1821 находится в режиме термостата, можно благодаря замыканию вывода питания устройства на землю, и последующей генерации 16 нулевых импульсов на выводе DQ. В результате прибор будет установлен в режим связи по однопроводной линии. При этом станут доступны регистры TH и TL, регистр измеренной температуры и регистр состояния прибора. С помощью регистра состояния можно определять состояние преобразования температуры, устанавливать полярность выходного сигнала и состояние питания прибора. Внешний интерфейс прибора организован таким образом, что нет явной возможности использования термостата именно в сетях MicroLAN, т.к. микросхема не имеет индивидуального регистрационного номера, а, следовательно, не может быть адресована мастером однопроводной линии. То есть для DS1821 возможна реализация структуры обмена информацией с мастером только в

режиме точка-точка. Питание прибора производится через отдельный внешний вывод напряжением от 2,7 В до 5,5 В. Термостат DS1821 размещается в транзисторном корпусе PR-35 или в 16-выводном корпусе для монтажа на поверхность типа SSOP (DS1821S). Запрограммировать микросхему можно с помощью персонального компьютера посредством интерфейса 1-Wire. Для того что бы наделить любой персональный компьютер возможностью обслуживать в качестве мастера 1-Wire-сеть,

выпускаются отдельные виды адаптеров самой фирмой Dallas Semiconductor Corp. К ним относятся адаптеры для параллельного порта типа DS1410E, для COM-порта типа DS9097E и DS9097U, для USB-порта типа DS9490R. Структурная схема термостата DS1821 представлена на рисунке 1.

Эти приборы имеют различные функциональные возможности и конструктивные особенности, что обеспечивает максимальную свободу выбора при конструировании.

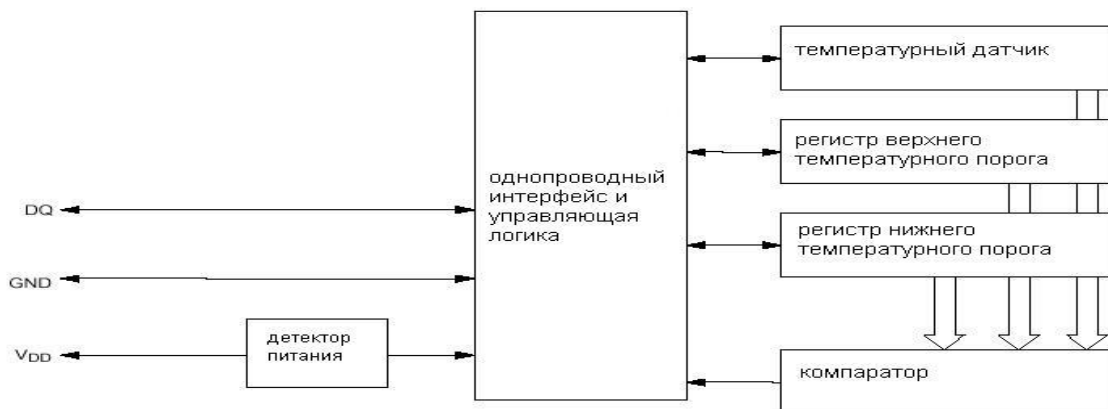


Рисунок 1 - Структурная схема термостата DS1821

В режиме работы микросхема DS 1821 не использует интерфейс 1-Wire и работает как самостоятельное устройство. Для подключения к

нагревательной установки можно использовать схему, изображенную на рисунке 2.

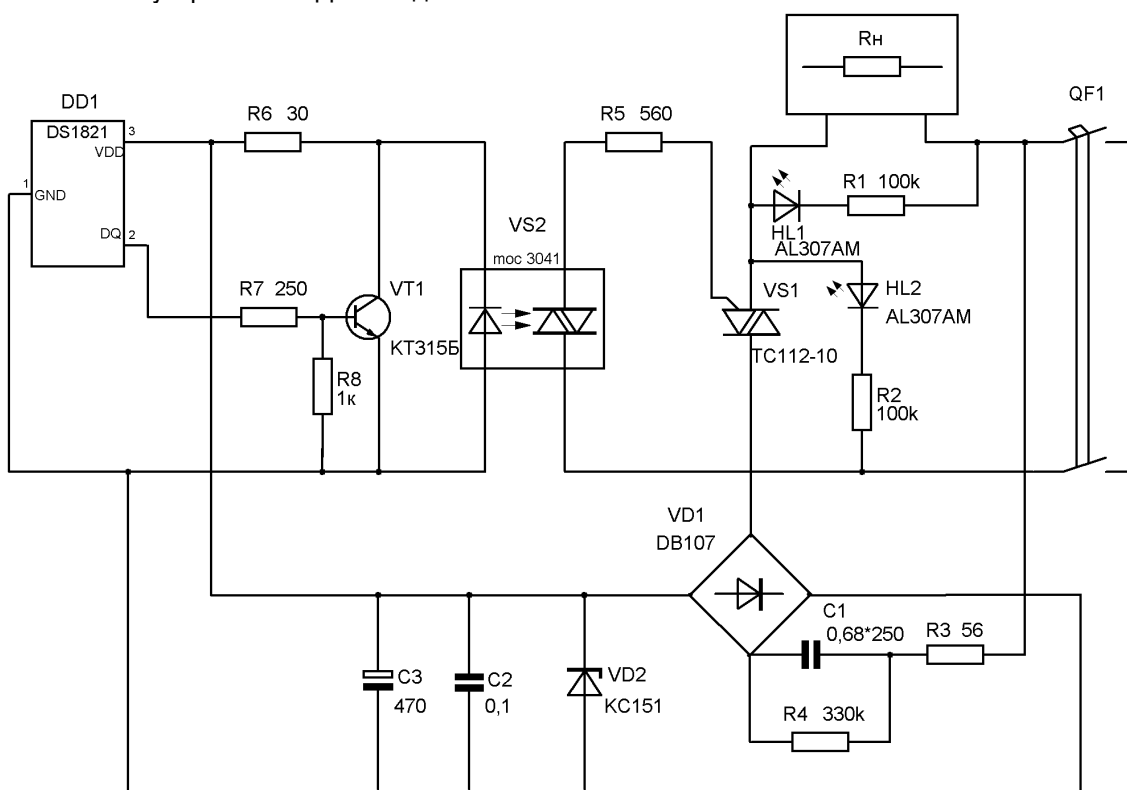


Рисунок 2 - Схема управления обогревателями.

Система управления – бесконтактная, включение и выключение обогревателей осуществляется симисторным ключом TC112-10. В

цепи управления симистором находится оптронный симистор, он служит для гальванической развязки микросхемы и силовой цепи. Напряжение на контакте

DQ появляется после превышения верхнего порога температуры и пропадает после понижения нижнего порога температуры. Отсюда следует, что это сигнал о выключении обогревателей. Что бы протекал режим нагрева, нужно чтобы был открыт оптронный симмистор. Его будет открывать инвертор на транзисторе КТ 315Б. Рассмотрим делитель напряжения (делитель напряжения источника питания) образованного резистором R1 и цепью коллектор-эмиттер транзистора VT1. Если на входе DQ логическая единица (+5V), то транзистор VT1 открыт и в его коллекторной цепи протекает ток. Напряжение между коллектором и эмиттером транзистора составляет десятые доли вольта (не более 0,4 В). При логическом нуле на DQ транзистор закрыт и напряжение на выходе элемента равно напряжению питания, что соответствует логической единице.

Микросхема питается бестрансформаторным источником питания. Индикаторами режимов работы

схемы являются светодиоды HL1, HL2. Так, при включении устройства тумблером S1, если не подключен нагревательный элемент, то светиться будут одновременно оба светодиода, а при нормальной работе устройства свечение между индикаторами будет чередоваться: при нагреве светится красный светодиод HL1 (тиристор открыт), при остывании HL2 — зеленый.

ИСТОЧНИКИ

1. Трушкин, В.А. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации. / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал. – 2015. - № 5. - С. 55-58.
2. Левин, М.А. Влияние коэффициента нагрузки на надежность электродвигателей насосных станций. / М.А. Левин, Ю.В. Иванкина, О.Н. Чурляева // Научное обозрение. - 2015. - № 8. - С. 111-113.
3. Иванкина, Ю.В. Повышение надежности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве. / Ю.В. Иванкина, М.А. Левин, Д.Д. Акишин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А. - 2017. С. 93-96.

С.В. СоловьёвБелгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,
г. Белгород**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Аннотация. В статье рассмотрены существующие виды испытаний силовых трансформаторов, а также представлена простейшая математическая модель, описывающая трансформатор для целей диагностики.

Ключевые слова: трансформатор, диагностика, измерение, испытание, математическая модель.

Abstract. The article considers the existing types of power transformers testing, presents a simple mathematical model describing the transformer for diagnostic purposes.

Key words: transformer, diagnosis, measurement, testing, mathematical model.

Основные виды испытаний трансформаторов (перед вводом в эксплуатацию или после капитального ремонта) регламентирует руководящий документ РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» [1].

Помимо развития технических средств диагностики важное значение имеет ее теоретическое описание, а именно, разработка моделей, как правило, математических, которые позволяют анализировать показатели состояния трансформаторов и приходиться к наиболее точным результатам диагностического обследования.

Также следует уделить внимание показателям качества электроэнергии на низкой стороне силового трансформатора [2,3].

В целях осуществления расчетов и анализа трансформаторы представляют своими математическими моделями, как правило, на основе Г-образной схемы замещения. При этом для построения диагностической модели выгоднее всего использовать описание трансформатора как четырехполюсника (без учета тока холостого хода). Математически это определяется системой уравнений в Н-форме или соответствующей ей матрице:

$$\begin{aligned} U_1 &= h_{12} \cdot U_2 \\ I_2 &= h_{21} \cdot I_1 \end{aligned} \quad \begin{pmatrix} U_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & h_{12} \\ h_{21} & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ U_2 \end{pmatrix}$$

где в зависимости от принципа преобразования,

$$h_{12} = \frac{-y_{12}}{y_{11}}; h_{21} = \frac{y_{21}}{y_{11}} \text{ или}$$

$$h_{12} = \frac{z_{12}}{z_{22}}; h_{21} = \frac{-z_{21}}{z_{22}};$$

h – параметры Н-формы;

U_1 – напряжение на первичной обмотке трансформатора;

U_2 – вторичное напряжение трансформатора;

I_1, I_2 – первичный и вторичный токи трансформатора;

y_{11} – проводимость входа четырехполюсника;

y_{12}, y_{21} – взаимные проводимости между входом и выходом;

z_{22} – полное сопротивление выхода четырехполюсника;

z_{12}, z_{21} – взаимные сопротивления входа и выхода.

При этом есть возможность моделирования четырехполюсника в Н-параметрах, Y, Z, G и A-параметрах.

В настоящее время существует два возможных способа применения системы математического моделирования при автоматизированной диагностике силовых трансформаторов (рисунок 1):

– On-Line диагностика или диагностика с постоянным наблюдением;

– Off-Line диагностика (соотношение с созданной накопительной базой данных эталонов характерного поведения трансформатора).

– Эти системы позволяют взаимодействовать с различными САПР, создавая множество виртуальных лабораторий диагностирования трансформаторов. Данные технологии направлены на моделирование состояния трансформатора в ходе проектирования или обучения и, соответственно, анализа режимов работы реальных трансформаторов.

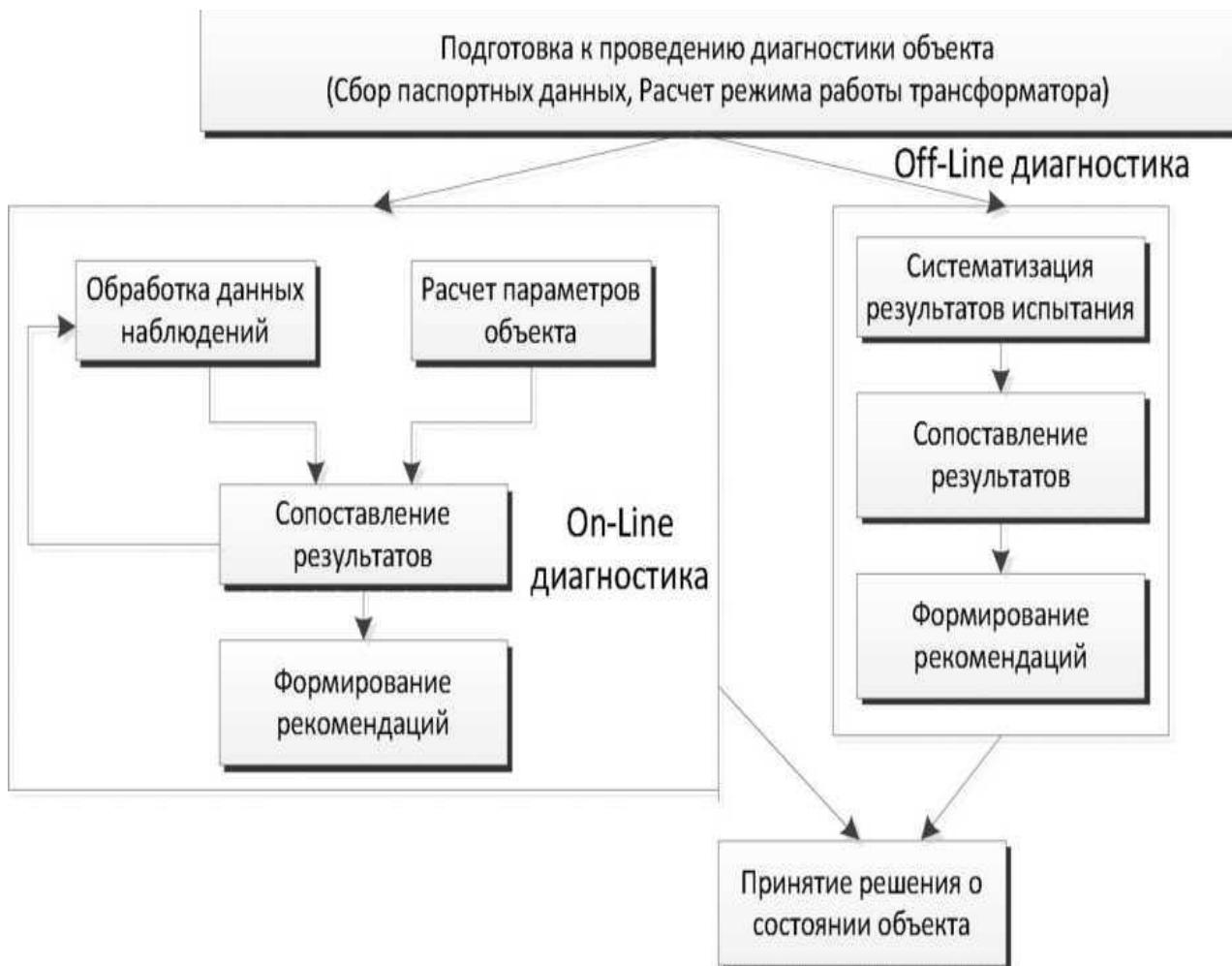


Рисунок 1. Структурная схема использования математического моделирования в целях диагностики

ИСТОЧНИКИ

1. РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний электрооборудования. 6-е издание, с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2006 (утверждены РАО «ЕЭС России» 08.05.1997);

2. Килин С.В. Проблема качества электроэнергии в распределительных электрических сетях 0,4-20 кВ // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Императора

Петра I.– Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2017. – С. 106-110

3. Килин С.В. Показатели качества электрической энергии и их влияние на распределительную сеть // Актуальные проблемы агроинженерии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Майский: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2018. – С. 510-513

УДК 620.92

М.Н. Суворов

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева

АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: СОСТОЯНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Аннотация: В статье рассматриваются этапы развития электроснабжения сельскохозяйственных объектов, раскрываются перспективы применения газопоршневых установок в составе систем автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Рассматривается структурная схема таких систем.

Ключевые слова: централизованная система электроснабжения, газопоршневые установки, система автономного электроснабжения.

Abstract: The article considers the stages of development of the power supply of agricultural objects, reveals the prospects of application of gas reciprocating units in the systems of independent power supply of agricultural consumers. The structural scheme of such systems is considered.

Keywords: centralized system of power supply of gas reciprocating unit, the system of Independent power supply

В России исторически сложилось так, что электроснабжение сельскохозяйственных потребителей имеет ряд особенностей, которые позволяют выделить его в отдельную область науки и техники. Все эти особенности сложились под влиянием следующих факторов:

- рассредоточение сельскохозяйственного производства по большой территории страны с малыми удельными электрическими нагрузками, имеющими сезонный характер;
- техника неразрывно связана с биологическими объектами;
- специфика окружающей среды;
- процесс развития электроснабжения сельского хозяйства, неразрывно связанный с историей России;
- наличие огромных территорий и богатство природными ресурсами.

Все эти факторы определяют определенные требования к построению сетей электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.

Широкое применение централизованного электроснабжения сельского хозяйства стало возможным с 60-х годов XX века. Наряду с успехами в области централизованного электроснабжения до 1964 года происходил быстрый рост числа мелких тепловых электростанций на тракторных дизелях. В 1964 году их насчитывалось 109 тыс. при средней мощности 40кВт. В последующие годы, благодаря присоединению к централизованным источникам электроэнергии было ликвидировано около 35 тыс. мелких тепловых станций. Таким образом, к 80 годам XX века автономные источники электроэнергии в сельском хозяйстве в основном были исключены и сельский товаропроизводитель стал получать электроэнергию централизованно.

В тоже время на огромной территории нашей страны есть районы, куда подводить сети центрального электроснабжения экономически невыгодно. Там следует сооружать современные сельские электростанции укрупненной мощности порядка 1000кВт и более. [1]

Так же, наряду с развитием централизованного электроснабжения, в нашей стране в первые десятилетия XXI века наращивается уровень газификации села. Природный газ планируется провести в самые удаленные населенные пункты страны. Несомненно, это повлияет на экономическое развитие, и в этом аспекте все чаще появляется интерес к автономному электроснабжению с использованием природного газа и других видов энергоносителя. Структура потребителей газа в России существенно отличается от европейских

стран. Этот «перекос» связан как с климатическими и географическими факторами, так и с так называемой «газовой паузой», которая началась в нашей стране в 70-х годах прошлого века. Суть ее состояла в активном наращивании потребления газа энергетикой для модернизации мощностей генерации, работавшей на угле.

Необходимо отметить, что с 80-х годов прошлого века во всем мире развиваются компьютерные технологии, системы автоматизированного управления, связь, интернет. Человек в быту стал использовать технологичные устройства, которые предъявляют высокие требования к качеству электрической энергии. Происходит рост потребляемой нагрузки. Все это требует модернизации действующих сетей или строительства новых. В результате, существующая схема электроснабжения от централизованной энергосистемы, не соответствует повышенным требованиям к надежности и качеству электрической энергии у ряда потребителей.

Одним из направлений, способствующим росту эффективности сельскохозяйственного производства, является разработка и внедрение систем автономного электроснабжения, выполненные с использованием как традиционных, так и возобновляемых источников электроэнергии. Такие системы должны иметь вводы от внешних электрических сетей.

Существует большое количество статей о высоких перспективах использования в сельском хозяйстве возобновляемых источников электроэнергии [2]. Использование газопоршневых установок для электроснабжения сельскохозяйственного производства и потребителя на селе при наличии природного газа в удаленных районах с неразвитой системой центрального электроснабжения, представляется наиболее интересной для большей части нашей страны. Наличие собственных огромных запасов природного газа делает конкурентно способным нашего сельского товаропроизводителя. Возможность использования биогаза в качестве топлива для современных газовых турбин или газопоршневых установок способствует практически безотходному производству сельскохозяйственной продукции.

В условиях роста цен на топливо энергетика обращается все к более экономичным технологиям производства электроэнергии. Опыт западных стран показывает, что в рыночных условиях невозможно добиться устойчивого энергоснабжения при существовании энергосистемы с преимущественно

мощными энергоустановками. Наравне с большой должна развиваться «малая энергетика». Малая энергетика позволяет повысить энергетическую безопасность, диверсифицировать топливно-энергетический баланс государства за счет увеличения использования местных видов топлива, что соответствует современным мировым тенденциям.

Газопоршневые технологии (ГПУ) являются одной из наиболее востребованных в энергетическом секторе технологий. КПД ГПУ существенно выше, чем у других типов основного энергетического оборудования объектов малой энергетики (микротурбины – до 33% и ГТУ – до 38%). В простом цикле КПД современных мощных искровых ГПУ достигает величины 47÷49%.

Как правило, процесс проектирования системы автономного электроснабжения от получения технического задания на систему до разработки рабочей документации и серийного производства состоит из следующих этапов:

1) формирование технического задания на систему автономного электроснабжения, здесь осуществляется выбор источников, преобразователей электроэнергии, коммутационных аппаратов и других устройств, разрабатываются схемы их подключения, в том числе к другим системам, при необходимости;

2) определение основных показателей системы автономного электроснабжения по критериям эффективности;

3) разработка электрических схем устройств системы электроснабжения, необходимых для выпуска рабочих чертежей;

4) корректировка технических решений, электрических схем и рабочих чертежей.

Одной из главных задач этапа предварительного проектирования системы автономного электроснабжения является обоснование структуры системы, в том числе, применяемых в этой структуре функциональных узлов и их параметров. Основными факторами, определяющими целесообразность выбора структурно-схемного решения системы автономного электроснабжения, являются предполагаемые условия, в том числе, режимы функционирования и требования, предъявляемые потребителями к параметрам электроэнергии.[3]

На этапе проектирования системы автономного электроснабжения необходимо рассмотреть возможные стратегии структурно-схемных решений таких систем для оценки их по основным критериям эффективности, которыми являются экономические показатели (недоотпуск, ущерб, затраты, капитальные вложения), показатели надежности, качества электроэнергии. При этом задача на этапе

проектирования осложняется наличием неопределенной информации о нагрузке и стоимости энергоносителя. Преодоление неопределенности представляется возможным выполнить с помощью экспертных оценок, построения функции принадлежности, а выбор обосновывать на основании аппарата теории нечетких множеств.

На рисунке 1 приведена структурная схема автономной системы электроснабжения, выполненная с использованием ГПУ. Источниками электроэнергии, рассматриваемой системы, являются:

- централизованная система электроснабжения
- газопоршневые установки (ГПУ)
- дизельная электростанция (ДЭС)

ГПУ и ДЭС могут работать автономно, либо включаться на определенного потребителя. Централизованное электроснабжение можно в такой схеме использовать как основной источник питания, так и как резервный.

Таким образом, наличие газификации, больших запасов природного газа, климатические условия большей части нашей страны способствуют эффективному внедрению газопоршневых установок (ГПУ) в качестве как основных, так и резервных источников электроэнергии, что позволит уменьшить дефицит электроэнергии в удаленных районах.

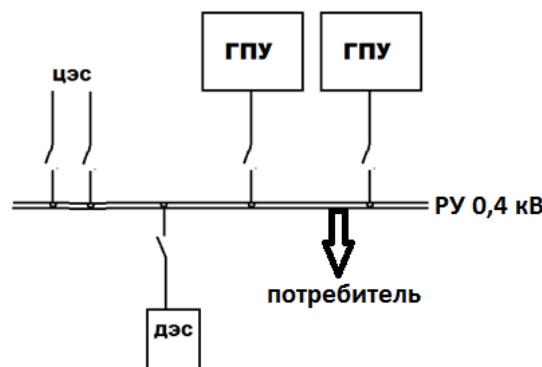


Рисунок 1 Структурная схема системы автономного электроснабжения с использованием газопоршневых установок ГПУ:

ЦЭС - централизованная система электроснабжения, ГПУ – газопоршневая электростанция, ДЭС- дизельная электростанция ИСТОЧНИКИ

1. Будзко, И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Н.М. Зуль. - М.: Агропромиздат, 1990.- 496 с.
2. Городов, Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р. В. Городов, В.Е. Губин, А. С. Матвеев. – Т.: Изд-во Томского политехнического университета – 2009. – 294с.
3. Власенко, Е.А. Автономная электроэнергетика сельского хозяйства: состояние и перспективы / Е.А. Власенко, Р.А. Сулейманов, А.А. Хамула // Ползуновский вестник – 2011. - №2/1. – С. 9-13

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТИРОВКИ УРОЖАЯ В ТЕПЛИЦАХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Аннотация: В работе приводится анализ развития тепличных хозяйств в РФ. Рассмотрены затраты предприятий на транспортировку урожая от рядов до склада в типовом помещении теплицы. Представлена структура затрат времени и экономических затрат на транспортировку 1 кг продукции в теплицах закрытого грунта. Приводятся характеристики этих затрат. Описываются требования производства к процессу транспортировки урожая в теплицах закрытого грунта.

Ключевые слова: тепличные хозяйства, электрооборудование, автоматизация, урожайность, транспортировка.

Тепличные хозяйства развиваются быстрыми темпами. Основным направлением является выращивание огурца и томата. Также выращивают салат, редис, цветы и другие культуры. Современные технологии выращивания могут быть представлены несколькими способами, например, с искусственным и с естественным освещением. При искусственном освещении получают увеличение урожайности в 2,0...2,5 по сравнению с применением естественного освещения [1].

При увеличении объемов производства возникает проблема своевременной транспортировки продукции. Рассмотрим на примере тепличного комплекса Саратовской области (АО «Совхоз – Весна»), данные по урожайности, показатели за 2016 г. В среднем, на предприятии получено 12250 тонн продукта с 24 га (таблица 1).

Таблица 1. Объем продукции АО «Совхоз – Весна»

Название предприятия	В среднем на 1 м ² , кг		В среднем на теплицу за год, тонн		Всего продукта на предприятии, тонн
	Огурец	Томат	Огурец	Томат	
АО «Совхоз – Весна» Саратовская область	84	53,3	8100	5150	12250

Продукцию необходимо организованно собирать и вывозить с рядов. Вручную это сделать невозможно, поэтому применяют различные средства на отдельных этапах производства. Условно эти этапы можно выделить по технологическому процессу (рис.1). Рассматривая технологическую схему сбора и транспортировки урожая (Рис. 1), можно выделить три основных этапа: t_1 - продолжительность времени сборки продукции, продолжительность выполнения от 15 до 125 минут; t_2 - время погрузки продукции на поддоны, продолжительность выполнения от 10 до 20 минут; t_3 - время транспортировки продукции на склад, продолжительность выполнения от 2 до 180 минут. Самый длительный этап – транспортировка поддона

на склад, то есть время t_3 . Данное время является самым неопределённым, так как транспортировка может занимать от нескольких минут до нескольких часов.

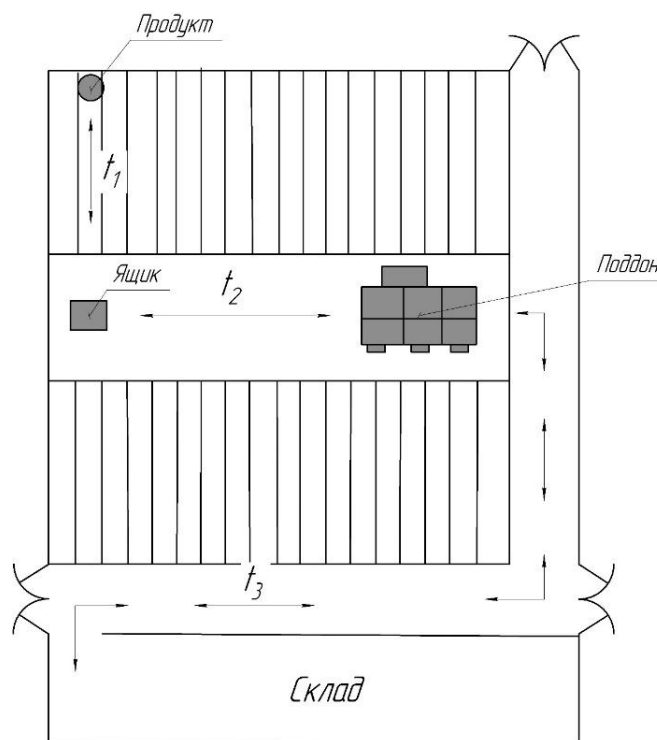


Рисунок 1. Технологическая схема сбора и этапы транспортировки урожая (продукции) в одном блоке теплицы

Время перевозки зависит от нескольких факторов. Если транспортное средство, которым осуществляется транспортировка (трактор, электрокар) находится в блоке сбора урожая, то транспортировка на склад проходит оперативно. Если же транспортное средство находится на другом блоке теплицы, то груз простаивает и время простоя может затянуться до нескольких часов и даже дней. Таким образом, груз накапливается в теплице, что может привести к порче продукции. Для транспортировки продукции применяют различные средства, например, трактор, электропогрузчик, рохли (Таблица 2).

Таблица 2. Анализ средств транспортировки груза в теплице

По данным предприятия АО «Совхоз – Весна», средняя продолжительность перевозки груза составляет около 30 минут.

Время, которое тратит за год предприятие на транспортировку урожая на склад в сумме составляет 360 часов. При этом, средства транспортировки имеют ряд существенных недостатков. Электропогрузчик и трактор дорог в покупке и дальнейшей эксплуатации, если не обеспечивать на каждый блок теплиц. Способ перевозки рохлями небезопасен и требует значительных затрат труда, а также значительной продолжительности времени транспортировки.

Главная проблема оперативной транспортировки груза решается путем обеспечения стабильного наименьшего времени перевозки и минимального

№	Наименование	Время перевозки t_3 , мин		Грузоподъемность, кг	Затраты на покупку, тыс. руб.	Экспл. затраты в год, тыс. руб.
		мин	сек			
1	Трактор	1	180	1500	500	90
2	Электропогрузчик	1	180	1500	1000	80
3	Рохли (Вручную)	7	200	1200	15	8

УДК: 621.313.333.2

В.А. Трушкин, Р.В. Козичев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова, г.Саратов

ОБЗОР УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ПОГРУЖНЫМИ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Аннотация: В статье приводится обзор станций управления погружными электронасосными установками отечественного и зарубежного исполнения, приводятся требования к станциям управления сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: водоснабжение, погружные электрооборудование, эксплуатационная надежность, станции управления и защиты, логические устройства.

Погружная электронасосная установка является специальным устройством и занимает важное место среди других типов электронасосных установок. Для управления работой электронасосной установки применяются станции автоматического управления и защиты, в которой помимо функций управления работой погружного насосного электрооборудования, реализуется и ряд других функций, в частности защита погружного электродвигателя от аварийных режимов работы (короткого замыкания, не полнофазного режима работы), технологических и других перегрузок, отсутствия воды в скважине (сухой ход), а так же сигнализации о режимах работы и состоянии оборудования[1].

В настоящее время серийно выпускаются и представлены на рынке станции управления

соотношения затрат предприятия на покупку и эксплуатацию транспортировочного средства. Проанализировав данную ситуацию, можно сделать вывод о необходимости разработки нового способа транспортировки продукции, который удовлетворяет требованиям производства:

- оперативность перевозки;
- безопасность транспортировки;
- автоматизация процесса транспортировки продукции (высвобождение операторов транспортных средств);
- снижение затрат на эксплуатацию и обслуживание средств транспортировки.

ИСТОЧНИКИ

1. Максимова Е., Ганенко И. Площади теплиц в 2017 году вырастут на 200 гектаров [Электронный ресурс] / Журнал «Агроинвестор». – 2017, вып.12. – Режим доступа: <http://www.agroinvestor.ru/markets/news/29134-ploshchadi-teplits-v-2017-godu-vyrastut-na-200-gektarov/> – (Дата обобщения - 25.02.2018)

2. Список тепличных хозяйств, которые входят в ассоциацию Теплицы России [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.greenhouses.ru/hothouses> – (Дата обобщения - 16.02.2018)

3. Трушкин В. А. Обоснование мощности транспортного электрифицированного радиоуправляемого агрегата / В. А. Трушкин, С. М. Бакиров, Елисеев С.С. // Журнал «Аграрный научный журнал» вып. №6. – Саратов: ООО «Амирит». - 2017. – 69 - 71 с.

отечественного и зарубежного производства марок «Eneral», «Каскад-К», «СУ НЦИ-Ф», «HMS Control», «ИНТЕЛЛЕКТ-КАСКАД», «Поток», ТК112-Н2 и ряд других. Данное оборудование предназначено для автоматического, дистанционного или местного регулирования трехфазных двигателей погружных насосов. Станции управления и защиты предназначены для применения во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства [5, 6].

Основной задачей является защита насосов от различных аварийных состояний. При работе насосных агрегатов могут возникать перегрузки по току, отсутствие воды в скважине, обрыв фазы двигателя [3, 4]. Принцип работы основывается на обработке сигналов датчиков уровня воды, датчиков давления и «сухого хода» микроконтроллером,

который выдает в автоматическом режиме сигнал на запуск или остановку электродвигателя насосного агрегата. Оборудование выполняет автоматическое отключение электродвигателя в любой из аварийных ситуаций. Во всех случаях предусмотрена световая аварийная сигнализация. Также обеспечивается восстановление режима работы после прекращения аварийного воздействия, а также индикацию потребляемого тока электродвигателя. Можно выделить общие функции, реализованные в станциях управления:

- защита погружного насоса от работы «сухой ход» - недопустимо низкий уровень перекачиваемой жидкости;
- защита электродвигателя погружного насоса при обрыве одной из фаз;
- защита питающей сети от короткого замыкания в обмотке электродвигателя погружного насоса;
- защита электродвигателя насоса от заклинивания рабочего колеса насоса
- автоматическое отключение или включение погружного насоса в зависимости от уровня перекачиваемой жидкости;
- световая индикация о состоянии погружного насоса, аварии;
- степень защиты от атмосферного воздействия IP30...IP54;
- диапазон рабочих температур $-20...+40$ °С, в редких случаях $-35...+45$ °С.

Оборудование станции управления и защиты установок водоснабжения сельскохозяйственного назначения работает в сложных климатических условиях. В большинстве случаев оно устанавливается в не отапливаемых помещениях, под навесами и в редких случаях на открытом воздухе [2, 7]. Соответственно защита элементов станции управления защищается от внешних факторов только корпусом шкафа или щита, в котором оно смонтировано. Основываясь на статистических данных Росгидромета России по Саратовской области средние температуры в регионе: в зимнее время $-15...-20$ °С, с аномальным снижением до $-30...-35$ °С, в летнее время $+20...+35$ °С, с кратковременным повышением до $+40...+45$ °С.

Основываясь на опыте эксплуатирующих организаций России и Украины, таких как АО «Ливгидромаш», ОАО «Ясногорский машиностроительный завод», ОАО «Насосэнергомаш», ООО «Южный завод гидравлического машиностроения», на многочисленных исследованиях ученых Г.П. Ерошенко, А.А. Пястолов, О.Г. Мамедов и ряда других, можно выделить основные причины выхода из строя погружного насосного оборудования: неправильный подбор насосного оборудования (мощность насоса не соответствует дебету скважины), химический состав воды не соответствует

исполнению двигателя, разрушение электрической изоляции), качество электрической энергии не соответствует нормативным документам, неправильно выбраны устройства защиты или отсутствуют, отсутствуют элементы контроля основных технологических параметров, не правильная эксплуатация оборудования, низкий уровень квалификации обслуживающего персонала [2, 3, 5, 6, 7].

Сопоставив данные и параметры станций управления погружным насосным оборудованием с опытом эксплуатирующих организаций и исследованиями ученых, можно сказать, что в большинстве своем станции управления соответствуют требованиям, предъявляемым к данному типу оборудования в процессе эксплуатации. Но в то же время имеют и ряд недостатков, которые могут негативно сказаться на работе водоснабжающей установки в целом.

В основном все станции управления в своей конструкции имеют программируемые логические (микропроцессорные) устройства, которые обрабатывают получаемую информацию и дают команды в соответствии с заложенным алгоритмом работы. Наличие в станции управления логических и полупроводниковых элементов накладывает особые требования к качеству питающего напряжения. Данные логические (микропроцессорные) устройства, используемые в станциях управления и защиты, в ряде случаев являются разработкой завода изготовителя и в розничной продаже могут отсутствовать. Данный факт негативно влияет на эксплуатационную надежность и снижает ремонтпригодность устройства в целом.

В настоящее время большинство водоснабжающих установок находятся на балансе поселковых муниципальных образований, которые на своем балансе не имеют ни специальной техники, отсутствует обученный персонал способный выполнять весь комплекс работ по эксплуатации погружного электронасосного оборудования. Так же на эксплуатационную надежность сильное влияние будет оказывать и тот факт, что квалификация обслуживающего персонала занятого обслуживанием сельских электроустановок находится на достаточно низком уровне по ряду причин, а наличие опыта и навыков программирования логических устройств отсутствуют у большинства из них.

Обобщая рассмотренный материал можно сформулировать требования к станции управления погружной водоснабжающей установкой сельскохозяйственного назначения:

- защита станции управления от атмосферных перенапряжений;
- защита погружного электродвигателя от неполнофазного режима работы и несимметрии напряжений;
- защита погружного электродвигателя от «сухого хода»;

- защита погружного электродвигателя от перегрузки и режима холостого хода;
- контроль скорости жидкости, как способ оценки производительности насосной установки и погружного электродвигателя;
- наличие световой сигнализации, информирующей о нормальных и аварийных режимах работы;
- контроль состояния изоляции погружного электродвигателя;
- наличие устройства влагозащиты обмоток погружного электродвигателя;
- наличие в станции управления логического устройства, наиболее доступного в данном регионе с бесплатным программным обеспечением.

ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ 15150–69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – М.: Стандартиформ, 2006. – 59 с.

2. Ерошенко, Г. П. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий / Г. П. Ерошенко, Ю. А. Медведько, М. А. Таранов. – Ростов-н/Д.: ООО «Терра»: НПК «Гефест», 2001. – 592 с.

3. Насосное оборудование: современный подход к повышению эффективности [Электронный ресурс] / АО «ГМС Ливгидромаш»: <http://gidromashina.ru/articles/nasosnoe-oborudovanie-sovremennyij-podход-k-povyisheniyu-effektivnosti.html>

4. Об эксплуатации погружных скважинных насосов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://motor-is.livejournal.com/908.html>

5. Станции управления электронасосами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://makler.ua/agribusiness/farming-machines/mechanisms/an/7014>

6. Станция автоматического управления электродвигателем [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://torgagroservice.in.ua/p541502222-stantsiya-avtomaticheskogo-upravleniya.html>

7. Эксплуатация электрооборудования / Г.П. Ерошенко, А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, Ю.А. Медведько, М.А. Таранов. – М.: КолосС, 2008. – 344 с.

УДК 621.314

В.А. Трушкин, С.В. Шлюпиков, И.А. Кичатов, С.А. Стружко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ СИЛИКАГЕЛЯ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Аннотация: Изучение эксплуатационной документации поврежденных трансформаторов показывает, что в большинстве случаев они эксплуатировались с характеристиками масла и твердой изоляции, имеющими недопустимые отклонения от нормативных значений. Причина отказов трансформаторов – несвоевременное обнаружение развивающихся дефектов. В статье предложено новое техническое решение дистанционного контроля влажности силикагеля маслonaполненных трансформаторов.

Ключевые слова: силикагель, маслonaполненный трансформатор; влажность изоляции; дистанционный контроль влажности.

Факторов, способствующих интенсивному развитию деградационных процессов изоляции в трансформаторе немало, одним из главных принято считать увлажнение [2]. Рассмотрим более детально влияние влаги на бумажно-масляную изоляцию трансформатора и пути ее проникновения.

Вода в бумаге может находиться в трех состояниях: в виде молекул, адсорбированных на поверхности, в виде свободной воды в капиллярах и в виде паров. Количество влаги в бумаге зависит в основном от давления паров и температуры воды, находящихся в равновесном состоянии. Содержание воды увеличивается с ростом давления паров и снижается с увеличением температуры. Повышенное количество влаги усиливает проводимость бумаги, что приводит к росту диэлектрических потерь.

Вода в масле также может находиться в трех состояниях. Основная ее часть – в растворенном виде. Малая часть – в виде молекул воды и масла, сильно связанных между собой. Причем число связанных молекул растёт с увеличением времени

эксплуатации. Кроме того, вода в масле может быть в виде свободных капель. Это наблюдается в том случае, когда насыщение масла водой достигает предела. Самой опасной считается свободная вода, так как ее капельки образуют цепочки вдоль силовых линий поля для электрического разряда.

Бумага имеет более высокую гигроскопичность, чем масло, поэтому в изоляционной системе трансформатора влага находится в основном в бумаге. Распределение ее в бумажно-масляной изоляции зависит от температуры внутри трансформатора. При высоких температурах поглощение воды бумагой снижается, а уровень растворимости воды в масле повышается. При постоянной температуре и давлении паров, влага между масляной и бумажной изоляцией распределяется равномерно.

Графики зависимости влаги, содержащейся в бумаге, от степени влажности окружающего ее масла представлены на рисунке 1.

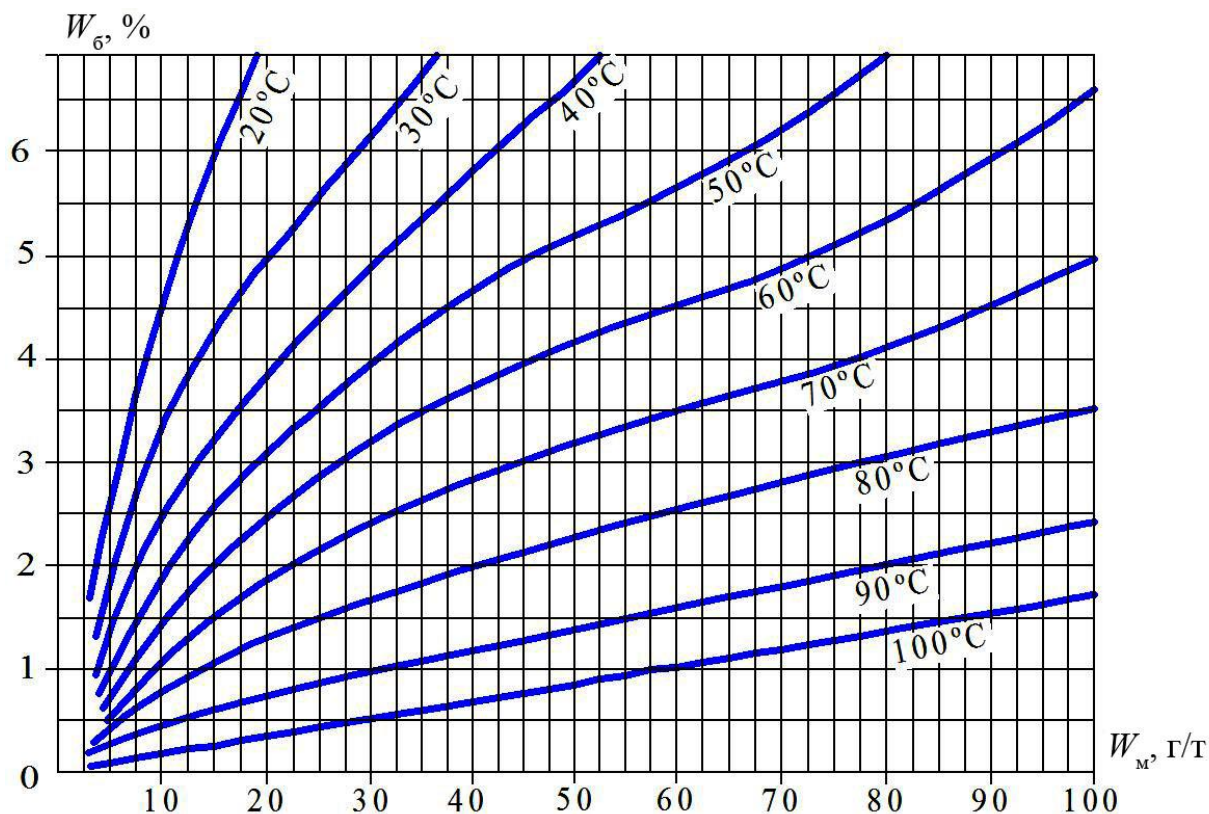


Рисунок 1 – Зависимость влаги, содержащейся в бумаге, от степени влажности масла при различных температурах

В процессе эксплуатации трансформатора количество влаги в его изоляции постоянно растет. Различают два источника поступления влаги в изоляцию.

Одним из основных источников принято считать прямое попадание влаги из атмосферы через нарушения в резиновых уплотнителях (например, между баком и крышкой бака) или через масло в расширителе, соприкасающееся с атмосферным воздухом. Вследствие несовершенства силикагелевых осушителей воздуха из окружающей среды в трансформатор вносится атмосферная влага, с течением времени увлажняющая изоляцию. Она может также медленно проникать через защитные системы и соединения. Скорость увлажнения изоляции зависит от режима нагрузки трансформатора и системы защиты от проникновения внутрь бака влаги.

Другой источник попадания влаги в изоляции – разложение бумаги. В результате действия повышенных температур на бумажную составляющую изоляции происходит разрыв звеньев целлюлозы, при котором появляются вода и фурановые компоненты. Следует отметить, что в этом случае количество влаги и время ее появления очень мало.

Опыт эксплуатации показывает, что основным источником проникновения влаги считается путь через силикагелевый осушитель.

Силикагелевые воздухоосушительные фильтры устанавливают в трубах расширителей. В нижней части фильтра размещается масляный затвор. Он работает по принципу сообщающихся сосудов, очищая проходящий через него воздух от механических примесей и устраняя прямой контакт масла в расширителе с окружающей средой. Корпус фильтра заполняется силикагелем, осаждающим на своей поверхности частицы влаги, содержащиеся в воздухе. С понижением температуры трансформатора объем масла в нем уменьшается, вследствие чего в расширителе создается разрежение и изменяется соотношение уровней масла в затворе. Когда уровень масла во внешней полости затвора падает настолько, что обнажается край затворного цилиндра, порция атмосферного воздуха проходит через затвор и далее через поглотитель влаги попадает в расширитель. При нагревании трансформатора масло начинает оказывать давление на воздушную подушку, и в результате процесс в расширителе протекает в обратном направлении [3].

Воздухоосушающая способность силикагелевого фильтра определяется визуально по изменению цвета индикаторного силикагеля с голубого на розовый. Розовый цвет свидетельствует об увлажнении силикагеля и необходимости его замены.

Срок службы силикагеля в воздухоосушительных фильтрах зависит от объема

масла в трансформаторе, уровня загрузки, погодных условий и колеблется от 1 до 2 лет. Замена масла в масляных затворах производится через 2–3 года.

Очень часто на практике случается такая ситуация, когда не удается вовремя обнаружить увлажнение силикагеля, в результате чего происходит попадание влаги в масло, которое впоследствии увлажняет твердую изоляцию. Проводить частый контроль силикагеля затруднительно из-за большого количества трансформаторных подстанций и разбросанности их на значительной территории.

Для решения данной проблемы нами предложено устройство дистанционного контроля

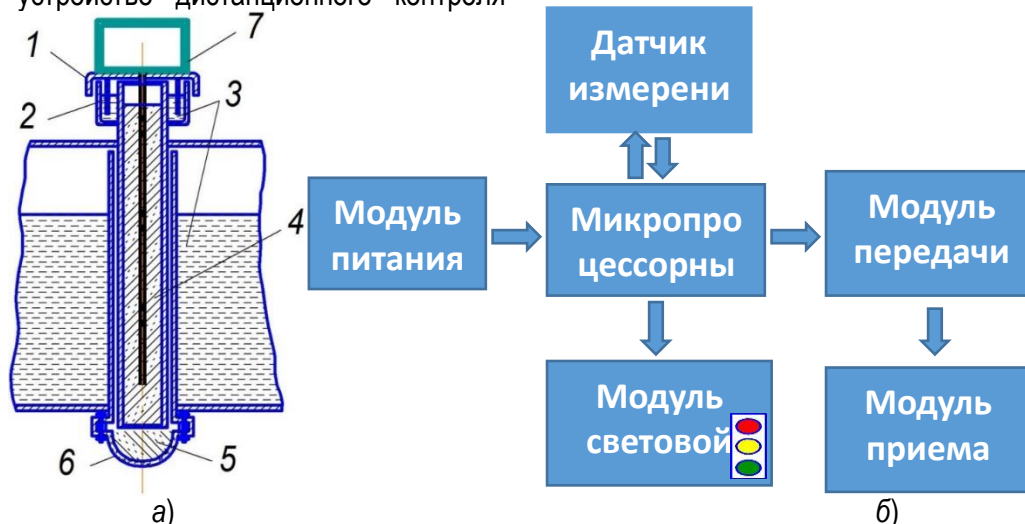


Рисунок 2 – Устройство дистанционного контроля влажности силикагеля маслонаполненных трансформаторов: а – размещение датчика влажности на расширительном баке; б – блок схема работы устройства: 1 – крышка; 2 – затвор; 3 – трансформаторное масло; 4 – гранулированный силикагель; 5 – индикаторный силикагель; 6 – прозрачный колпак; 7 – датчик влажности

При необходимости устройство контроля влажности силикагеля может комплектоваться модулем связи GPRS. В этом случае появляется возможность контролировать данный трансформатор дистанционно. Так, на компьютер оператора с заданной периодичностью будет поступать информация об увеличении влажности силикагеля. По такому же принципу можно дистанционно контролировать и другие параметры трансформатора, например, среднюю температуру масла, уровень загрузки, величину потребления электроэнергии и др.

В качестве микропроцессорного блока используется плата Arduino Nano. Для снятия показаний влажности – датчик DHT 22, для передачи информации по каналу GPRS – Neoway M660, так же возможно применить светодиодную индикацию на LCD дисплей MT-16S2H, который выводит процентное значение влажности на текущий момент. Питание, осуществляется от аккумуляторной батареи SVEN SV 1272 12V/7.2 Аh.

влажности силикагеля, приведенное на рисунке 2. Работает оно следующим образом: микропроцессорный блок периодически измеряет влажность силикагеля с помощью датчика 7 влажности. Обрабатывает сигнал и выводит его в модуль световой индикации, расположенный в месте, удобном для обслуживающего персонала, например, на наружной дверце низковольтного шкафа. В этом случае результат отображается в виде цветовой индикации по типу «светофор»: зеленый цвет означает, что влажность силикагеля составляет 40 %, желтый цвет – от 41 до 80 %, красный цвет более 81 % [1].

Такое решение позволит сократить затраты на обслуживание трансформаторов и снизить их аварийность.

ИСТОЧНИКИ

1. Трушкин, В. А. Дистанционный контроль влажности силикагеля маслонаполненных трансформаторов напряжением 10/0,4 кВ, эксплуатируемых в сельских электрических сетях / В. А. Трушкин, С. В. Шлюпиков, С. А. Кифарак, А.Р. Россошанский // Аграрный научный журнал. – Саратов, 2017. – № 9, С. 65–67.
2. Трушкин, В. А. Необходимость повышения эксплуатационной надежности трансформаторных подстанций / В. А. Трушкин, С. В. Шлюпиков, С. А. Кифарак // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. [под ред. В. А. Трушкина]. – Саратов, 2015. – С. 295–297.
3. Устройство, ремонт и обслуживание электрооборудования в сельскохозяйственном производстве / Коломиец А.П., Ерошенко Г.П., Расторгуев В.М., Фокин В.В., Кондратьева Н.П., Юран С.И., Владыкин И.Р., Трушкин В.А. – М. : Учебник для начального профессионального образования, 2003. – 320 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: В последние годы повышению качества электроэнергии уделяют большое внимание, т.к. качество электроэнергии может существенно влиять на расход электроэнергии, надежность систем электроснабжения, технологический процесс производства. При решении задачи повышения качества электроэнергии выделяют экономические, математические и технические аспекты.

Ключевые слова: электроэнергия, электромагнитная совместимость, реактивная мощность.

Электрическая энергия, как особый вид продукции, обладает определенными характеристиками, позволяющими судить о ее пригодности в различных производственных процессах. Совокупность таких характеристик, при которых приемники электрической энергии способны выполнять заложенные в них функции, объединены под общим понятием качества электрической энергии. В последние годы повышению качества электрической энергии уделяют большое внимание, т.к. качество электрической энергии может существенно влиять на расход электроэнергии, надежность систем электроснабжения, технологический процесс производства. При решении задачи повышения качества электрической энергии выделяют экономические, математические и технические аспекты.

Экономические аспекты включают в себя методы расчета убытков от некачественной электрической энергии в системах промышленного электроснабжения. Математические аспекты представляют собой обоснование тех или иных методов расчета показателей качества электрической энергии. Технические аспекты включают в себя разработку технических средств и мероприятий, улучшающих качество электрической энергии, а также организацию системы контроля и управления ее качеством. Качество электрической энергии можно улучшить средствами питающей сети или применением соответствующего дополнительного оборудования на основе имеющегося опыта проектных и эксплуатационных организаций. Часть решений, в основном обусловленных техническими требованиями, является общей и должна приниматься на основе имеющихся указаний. В других случаях учитывают специфику конкретных условий. Стремление повысить производительность труда на современных промышленных предприятиях, а также интенсификация и усложнение технологических процессов обусловили то, что все большую долю в общем объеме суммарных нагрузок занимают резкопеременные и нелинейные нагрузки с повышенным потреблением реактивной мощности. Это, прежде всего, вентильные преобразователи, нашедшие широкое применение на заводах черной и цветной металлургии и предприятиях химической

промышленности, а также мощные дуговые печи, сварочные установки и т. п. Характерной особенностью работы этих потребителей является влияние их на качество электрической энергии питающих сетей. В свою очередь нормальная работа электрооборудования зависит от качества электрической энергии питающей системы. Такое взаимное влияние электрооборудования и питающей системы определяют термином "электромагнитная совместимость". Решение проблемы электромагнитной совместимости связано с определением и поддержанием оптимальных показателей качества электрической энергии, при которых выполняются технические требования с минимальными затратами.

Проблема электромагнитной совместимости электроприемников с питающей сетью остро возникла в последнее время в связи с широким внедрением мощных вентильных преобразователей, дуговых сталеплавильных печей, сварочных установок и других устройств, которые при всей своей экономичности и технологической эффективности оказывают отрицательное влияние на качество электрической энергии в питающих электрических сетях. При разработке новых приемников электрической энергии необходимо учитывать то отрицательное влияние, которое они могут оказывать на питающую электрическую сеть. При оценке должны приниматься во внимание дополнительные устройства, предотвращающие ухудшение качества электрической энергии. Необходимые нормы качества электрической энергии могут быть достигнуты уже на стадии проектирования электроснабжения промышленных предприятий путем соответствующих расчетов и применения технических средств. Одним из основных вопросов, связанных с повышением качества электрической энергии в сетях, решаемых как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации систем промышленного электроснабжения, является вопрос о компенсации реактивной мощности, включающий выбор целесообразных источников, расчет и регулирование их мощности, размещение источников в системе электроснабжения.

Рациональная компенсация реактивной мощности приводит к снижению потерь мощности из-за перетоков реактивной мощности, обеспечению надлежащего качества потребляемой электроэнергии за счет регулирования и стабилизации уровня напряжений в электросетях, достижению высоких технико-экономических показателей работы электроустановок.

Проблема компенсации реактивной мощности в электрических системах страны имеет большое значение по следующим причинам:

- 1) в промышленном производстве наблюдается опережающий рост потребления реактивной мощности по сравнению с активной;
- 2) в городских электрических сетях возросло потребление реактивной мощности, обусловленное ростом бытовых нагрузок;
- 3) увеличивается потребление реактивной мощности в сельских электрических сетях.

Состав потребителей реактивной мощности показывает, что основную часть реактивной мощности потребляют четыре вида устройств: асинхронные двигатели – 40 % (совместно с бытовыми, сельскохозяйственными электродвигателями и асинхронными электроприводами собственных нужд электростанций), электропечные установки – 8 %; вентильные преобразователи – 10 %, трансформаторы всех ступеней трансформации (потери в них) – 35 %, линии электропередачи (потери в них) – 7 %. Так как превалирует индуктивная нагрузка, то одновременно с активной мощностью по сети должна передаваться и реактивная мощность индуктивного характера.

Наглядное представление о сущности компенсации реактивной мощности даёт (рис.1) На данном рисунке изображена схема электрической цепи в виде векторной диаграммы.



Рис. 1. Векторная диаграмма компенсации реактивной мощности

Таким образом, правильная компенсация реактивной мощности (КРМ) позволяет:

- разгрузить передающие установки: подводящие линии, трансформаторы и распределительные устройства;
- снизить тепловые потери тока и расходы на электроэнергию;
- снизить влияние высших гармоник;
- подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз;
- добиться большей надежности и экономичности распределительных сетей

ИСТОЧНИКИ

1. Немцов М.В. Электротехника и электроника.- М.:Издательский центр «Академия»,2007.
2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии, реактивная мощность.- М.: Издательский центр «Академия»,2015.
3. Современные компоненты реактивной мощности. Справочное издание «Додэка-XXI»-2003,-64с
4. Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724.

ЛИНЕЙНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ КАК ОДИН ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Аннотация: В статье рассматриваются способы повышения эксплуатационной надежности линейного асинхронного электродвигателя (ЛАД) в зерноочистительной машине (ЗМ).

Ключевые слова: Линейный электродвигатель, зерноочистительная машина, эксплуатационная надежность, безотказность, долговечность.

Введение. Обработка сельскохозяйственных культур и послеуборочный процесс, который включает в себя очистку, сушку, сортировку, транспортировку и хранение урожая является трудоемким процессом. Техническое разнообразие зерноочистительных машин (ЗМ) позволяет оптимизировать часть этих работ, очищая собранный материал от дополнительных примесей. При этом следует отметить, что для качественной работы ЗМ она должна иметь довольно высокий коэффициент надежности, определяющийся соотношением двух показателей [2]:

- вероятность безотказной работы $P(t)$, представляющая собой вероятность того, что в пределах указанного периода времени t отказ ЗМ не возникнет;

- интенсивность отказов $L(t)$ – число отказов $n(t)$ элементов ЗМ в единицу времени, отнесенное к среднему числу элементов N_i ЗМ, работоспособных к моменту времени D_i :

$$L(t) = \frac{n(t)}{(N_i \cdot D_i)},$$

где D_i – заданный отрезок времени, с.

Материалы и методы исследований. Под надежностью понимается свойство ЗМ или ее составных частей выполнять заданные функции, поддерживая во времени значения, установленные заводскими показателями, в установленных пределах, соответствующих режимам и условиям их применения, технического сервиса, ремонтам и хранения [2].

Надежность можно разделить на несколько свойств (рисунок 1).

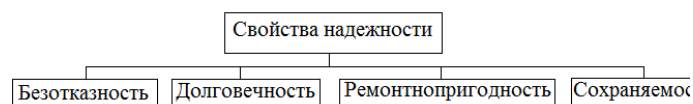


Рисунок 1 Свойства надежности

При работе ЗМ выявляются показатели долговечности и безотказности, во многом зависящие от принципов и условий применения ЗМ, режимов работы, методов текущих и капитальных ремонтов,

условий технического обслуживания и других эксплуатационных показателей. Проведем анализ способов повышения надежности в процессе эксплуатации на примере ЗМ, в приводе которой используется линейный асинхронный двигатель [1].

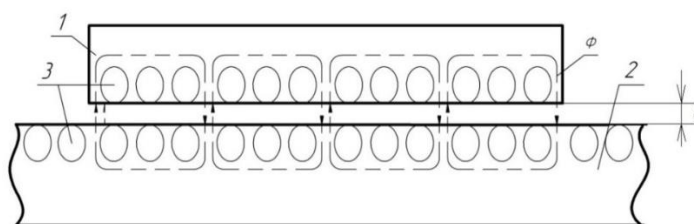


Рисунок 2. Принципиальная схема линейного асинхронного двигателя:

1 – индуктор; 2 – вторичный элемент; Φ – магнитный поток; 3 – обмотка; δ – воздушный зазор

При работе электропривода в повторно-кратковременном режиме (S3) (рисунок 3а) ЗМ отмечается нагрев обмоток индуктора ЛАД выше допустимых значений, что связано, прежде всего, с появлением сил трения в сопрягаемых деталях и наличием больших пусковых токов на индукторе 1 [1]. Процесс трения происходит при взаимном перемещении соприкасающихся деталей. Одним из возможных источников силы трения в ЛАД может стать трение между индуктором 1 и вторичным элементом 2, которое возникает в результате уменьшения воздушного зазора δ между ними до недопустимой (критической) величины ($\delta \geq 0,5$ мм) (рисунок 2). Это воздействие на ЗМ и приводит к её выходу из установившегося режима (S3) и снижению общего срока эксплуатации (рисунок 3б).

Из вышесказанного видно, что одним из факторов, влияющих на работоспособность ЛАД в ЗМ, является значение величины воздушного зазора δ [3]. При увеличении воздушного зазора δ возникает рост значения критического скольжения. При этом значительное увеличение зазора δ приводит к тому, что индуктор 1 и вторичный элемент 2 практически теряют магнитную связь между собой. Уменьшение же воздушного зазора δ до минимально допустимого влияет на траекторию движения решетчатого стана ЗМ

(она становится прямолинейной). Поэтому оптимальную величину воздушного зазора δ необходимо определять:

$$\delta = (0,25+D) \cdot 10^{-3},$$

где δ – величина воздушного зазора, м;
 D – ширина индуктора, м.

Вычисленное значение величины воздушного зазора δ следует округлять до 0,05 мм при $\delta < 0,5$ мм, т.к. чрезмерное его уменьшение приводит к возрастанию амплитуды пульсаций индукции в зазоре δ и, как следствие этого, к увеличению поверхностных и пульсационных потерь [4].

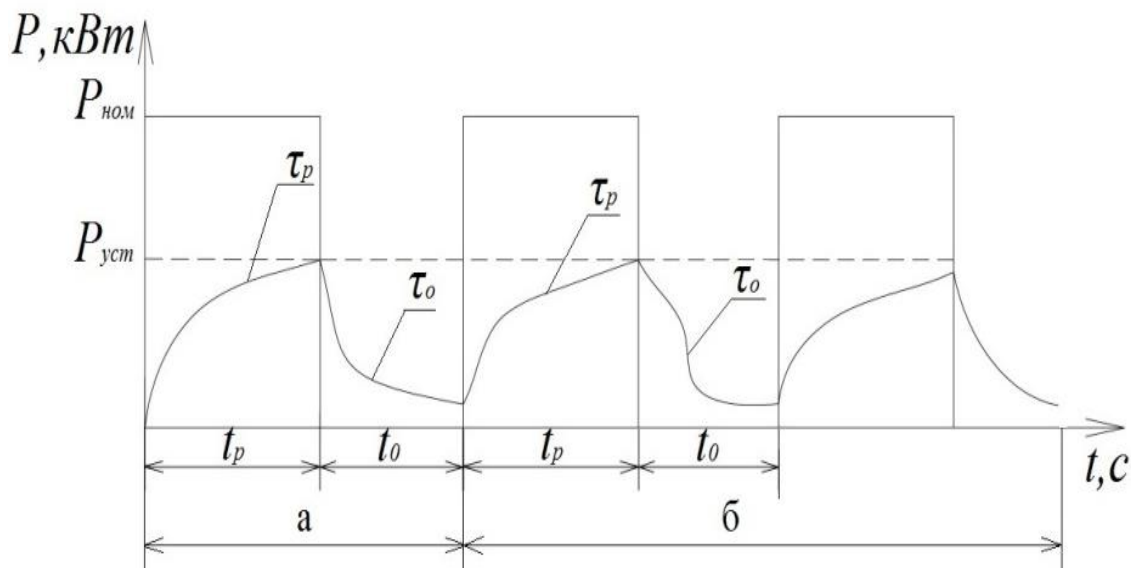


Рисунок 3. а) Повторно-кратковременный режим работы ЛАД S3; б) выход из повторно-кратковременного режима работы ЛАД S3: $P_{уст}$ – установившаяся мощность; $P_{ном}$ – номинальная мощность; t_p – время работы; t_0 – время паузы; τ_p – температура во время работы; τ_0 – температура во время остановки

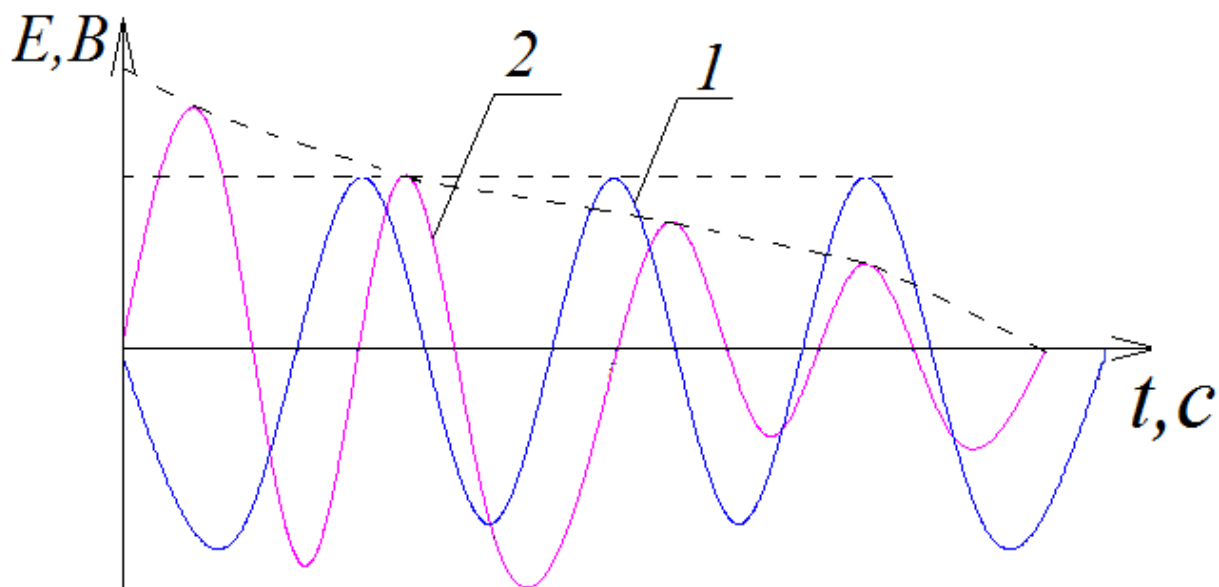


Рисунок 4 . Влияние воздушного зазора на амплитуду: 1 – амплитуда с постоянным воздушным зазором; 2 – амплитуда с неравномерным воздушным зазором

При имеющемся режиме работы S3 линейного двигателя, не выдерживается постоянная величина воздушного зазора δ , т.к. происходят

систематические колебания и дергания решетчатого стана 3М [2]. На рисунке 4 видно как влияют неравномерности зазора на амплитуду ЭДС, в

результате которых на кривой амплитуды образуются ярко выраженные провалы при уменьшении значения величины зазора δ .

Для решения проблем, о которых было сказано выше, предложено применить импульсный режим работы электропривода ЗМ. Основным принципом, заложенным в данный режим, является чередование периода разгона и торможения решетного стана ЗМ, жестко соединенным с вторичным элементом ЛАД, которые вместе образуют рабочий орган. Реализовать импульсный режим работы возможно только при использовании системы управления на основе микропроцессоров [3], которая позволяет регулировать и поддерживать ускорение решетного стана ЗМ в диапазоне от 10 м/с² до 17 м/с². В результате этого отсутствует нагрев и износ обмоток индуктора ЛАД ЗМ.

Вывод. Таким образом можно сказать, что применение импульсного режима работы линейного электродвигателя целесообразно для использования в приводе ЗМ. Установив систему управления на основе микропроцессоров, можем осуществлять плавное автоматическое регулирование в пусковом и тормозном режиме работы линейного электродвигателя ЗМ, тем самым снизить пусковые токи и обеспечить постоянный воздушный зазор δ между индуктором и вторичным элементом. Эти изменения повлияют на увеличения

УДК 621.311:658.562(075.8)

О. С. Турчанин, Ю. А. Коваленко, В. А. Щebetеев

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар

К ПРОБЛЕМАМ ФАКТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗНОШЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Аннотация Рассматриваются актуальные проблемы эксплуатации электрооборудования, связанные с его износом. Указаны возможные пути направлений исследований по данной проблематике

Ключевые слова: изношенное электрооборудование, диагностика, силовой трансформатор, нечеткая логика, принятие решений

На современных отечественных и зарубежных электростанциях, подстанциях и в электрических сетях эксплуатируется значительное количество изношенного силового электрооборудования. Например, в США по состоянию на 2015 г. около 70 % силовых трансформаторов отработали более 25 лет, а в России износ основных фондов электроэнергетики составляет не менее 60 % [1].

По состоянию на конец 2015 г. средний срок эксплуатации электрооборудования в России уже превышает половину проектного, что приводит к снижению надежности его функционирования, возрастанию аварийности [2].

эксплуатационной надежности линейного электродвигателя и в целом увеличат производительность ЗМ.

ИСТОЧНИКИ

1. Аипов, Р.С. К вопросу о надежности электроприводов сельскохозяйственных машин /Р.С. Аипов, И.Р. Кафиев // Аграрная наука в инновационном развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXVI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2016». – Уфа, 2016. – Часть III. – С. 3-6.

2. Патент № 2576460 Российская Федерация, МПК А 01 F 12/44. Сепарирующая машина / В.Г. Байназаров, А.В. Линенко, Т.И. Камалов, М.Ф. Туктаров; заявители и патентообладатели В.Г. Байназаров, А.В. Линенко, Т.И. Камалов, М.Ф. Туктаров №2015106203/13; заявлен 24.02.2015; опубликован 10.03.2016, Бюл. №7.

3. Кафиев, И.Р. Сравнительный анализ методов оценки надежности технических систем [Текст]/ И.Р. Кафиев, Р.Р. Нугуманов // Наука и образование: новое время. - 2016. - № 5 (16). - С. 263-26.

4. Туктаров, М.Ф. Экспериментальные исследования работы линейного электропривода решетного стана зерноочистительной установки / М.Ф. Туктаров // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2011. С. 197-201.

Существующая в отечественной электроэнергетике система планово-предупредительных ремонтов электрооборудования [3, 4] не всегда оправдана, так как она не учитывает его реальное техническое состояние и часто требует вывода из работы работоспособного оборудования. Кроме того, силовые трансформаторы, эксплуатируемые на электростанциях и подстанциях сетевых предприятий, являются чрезвычайно дорогостоящим оборудованием, замена которого сопряжена со значительными трудностями. Поэтому возникает необходимость разработки новых технологий и практических методов, обеспечивающих эффективное техническое обслуживание и

своевременный вывод в ремонт электрооборудования из-за плохого технического состояния [5].

В основном в группе риска находятся трансформаторы, изготовленные в конце 60-х и начале 70-х годов прошлого века. В таблице 1 приведено количество силовых понижающих трансформаторов с первичным напряжением 10...330 кВ по районным распределительным сетям (РЭС) одного из субъектов Центрального федерального округа (ЦФО) РФ. По проведенным исследованиям [6] это же соотношение справедливо для любого густонаселенного субъекта центральной полосы России.

Определение фактического состояния оборудования основано на оценке контролируемых параметров, для которых определяются тревожные и аварийные уровни сигнала. Сравнение действующих значений с установленными уровнями тревоги и предыдущими замерами дает оценку изменения состояния оборудования. Основной задачей диагностического контроля является предотвращение аварийного отказа оборудования, определение его состояния и прогнозирование остаточного ресурса как одного из главных показателей надежности.

Таблица 1. Распределение силовых понижающих трансформаторов с первичным напряжением 10...330 кВ по РЭС субъекта ЦФО РФ

Районная распределительная сеть	Число трансформаторов, шт.	Число трансформаторов со сверхнормативным сроком службы, %
1	235	78,2
2	168	68,8
3	502	76,1
4	179	67,5
5	252	70,5
6	175	83,5
7	210	71,8
8	200	74,3
9	191	71,1
10	150	82,0
11	160	79,9

Развитие существующих методов и средств контроля для получения диагностической информации предполагает разработку математических моделей и алгоритмов оценки технического состояния электрооборудования. В

общем случае комплексная система оценки технического состояния электрооборудования определяет следующее: находится ли оборудование в нормальном состоянии, не требующем какого-либо вмешательства; требуется ли дополнительное внимание со стороны персонала или учащенный контроль параметров оборудования; необходимо ли выполнение дополнительных измерений, испытаний и других профилактических мероприятий с отключением и без отключения; требуется ли проведение ремонтов, модернизации, облегчение режимов работы или вывод электрооборудования из работы.

Состояние электрооборудования характеризуется большим количеством параметров состояния (признаков), значения которых можно получить, используя штатные средства измерения или же путем проведения дополнительных испытаний на работающем или отключенном оборудовании.

Целью диагностики, кроме прогнозирования долговечности и проверки надежности электрооборудования, является предотвращение аварийных ситуаций, возникающих из-за параметров, изменяющихся при переходных процессах в электроустановках.

Поэтому для анализа всевозможных параметров при различных состояниях электрооборудования должно быть создано специализированное программное обеспечение [7]. Это обеспечение может быть разработано на основе определенной математической модели, которая смогла бы интерпретировать регистрируемые численные значения контролируемых параметров, поступающие от регистратора (желательно, на микропроцессорной основе). Такая модель позволит оценить техническое состояние оборудования и опасность для него происходящих переходных процессов.

В настоящее время, учитывая объективно существующую неопределенность, неполноту и нечеткость информации об объекте (элементе электрооборудования), при разработке базы знаний и механизмов вывода систем оценок целесообразно использовать математический аппарат нечеткой логики [2, 7], позволяющий объективно оценивать техническое состояние и более обоснованно принимать решения по управлению ремонтом электрооборудования и предотвращению аварийных ситуаций.

ИСТОЧНИКИ

1. Гамазин С. И. Обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии / С. И. Гамазин, В. М. Пупин, Ю. В. Марков // Промышленная энергетика, 2006, № 11.
2. Сазыкин В. Г. Особенности нечетких правил диагностики силовых трансформаторов / В. Г. Сазыкин, А. Г. Кудряков, А. В.

Масенко // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Научные аспекты глобализационных процессов», Уфа, 3 декабря 2014 г. в 2-х частях, ч. 1 – Уфа, МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. – С. 15-17.

3. Объем и нормы испытаний электрооборудования. РД 34.45-51.300-97.

4. Поляков В. С. Применение тепловизионных приемников для выявления дефектов высоковольтного оборудования, Л., 1990

5. Гамазин С. И., Пупин В. М. и др. Современные способы повышения надежности электроснабжения потребителей напряжением 10, 6 и 0,4 кВ /

С. И. Гамазин, В. М. Пупин и др. // Промышленная энергетика, 2008, № 8

6. Масенко А. В. Инфракрасная диагностика масляных трансформаторов 6-10/0,4 кВ сельскохозяйственного назначения – Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность, 2010, №1-2 (4-5) – С. 98-100.

7. Сазыкин В. Г. Информационная модель поддержки функционирования оборудования по его состоянию / В. Г. Сазыкин, К. А. Чайкина, М. А. Апалькова // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность, 2010, №1-2 (4-5) – С. 30-33.

УДК 662.997:621.472

Б.Э.Хайриддинов¹, Ф.А.Намазов², Э.Исмаилов², У.Р.Ходжаева²

B.E.Hajriddinov¹, F.A.Namazov², E.Ismailov², U.R.Khodjaeva²

1- Каршинский Государственный Университет, Республика Узбекистан,

2- Самаркандский сельскохозяйственный институт, Республика Узбекистан

1- Karshi State University, Uzbekistan,

2- Samarkand Agricultural Institute, Uzbekistan

ПРОЦЕСС ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СУБСТРАТНОМ СЛОЕ ПОДПОЧВЕННОГО АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛА С ПЕРЕМЕННЫМИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ПРИ ЗАДАННЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ ВОЗДУХА В ГЕЛИОТЕПЛИЦАХ

PROCESS OF RESEARCH OF TEMPERATURE FIELDS IN THE SUBSTRATUM LAYER OF THE SUBSOIL ACCUMULATOR OF HEAT WITH VARIABLE THERMALPHYSIC COEFFICIENTS AT THE SET TEMPERATURE CONDITIONS OF AIR IN HELIOGREENHOUSES

Аннотация: Предложен аналитический метод решения задач нестационарной теплопроводности при переменных коэффициентах переноса, зависящих от координаты текущей точки. Исследованы поля температуры в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла при гармоническом и экспоненциальном законах изменения температуры воздуха в теплицах.

Abstract: The analytical method of the solution of problems of non-stationary heat conductivity at the variable coefficients of transfer depending on the coordinate of the current point is offered. Fields of temperature in a substratum layer of the subsoil accumulator of heat at harmonious and exponential laws of change of air temperature in greenhouses are explored.

Ключевые слова: температурные поля, субстратный слой, подпочвенный аккумулятор тепла, температурный режим, гелиотеплица

Keywords: temperature fields, substratum layer, subsoil accumulator of heat, temperature condition, heliogreenhouse

Важнейшим факторам, определяющим рост и развитие растений в гелиотеплице, в подпочвенном аккумуляторе тепла является создание оптимального теплового режима в корнеобитаемом слое почвы. Тепловой режим в почвах субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла солнечных теплиц формируется главным образом под действием солнечной радиации и тепловым воздействием воздушной среды внутри гелиотеплицы [1]. Нахождение температурного поля в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла почве, где действует ряд факторов переноса тепла (конвекция, кондукция, и излучение), является задачей большой сложности [2].

Одним из эффективных подходов к составлению математической модели теплообмена в

подпочвенных субстратного слоя, который позволяет обойти некоторые трудности решения систем уравнений переноса, является метод введения эквивалентного коэффициента теплопроводности [2,5]. Такое предложение позволяет теоретическое исследование температурного поля в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла привести к решению одного уравнения теплопроводности при переменных теплофизических коэффициентах, зависящих от координат и времени.

В настоящее время благодаря исследованиям [2] получен ряд эмпирических зависимостей для характеристик в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла. Таким образом, теоретический аспект проблемы состоит в том, что для найденных зависимостей необходимо получить

соответствующие решения эквивалентного уравнения теплопроводности и тем самым создать методическую основу для расчета температурных полей в конкретных почвах при решении различных задач теплофизики.

В данной работе приводится наиболее простой и надежный аналитический метод расчета задач нестационарной теплопроводности при переменных и постоянных коэффициентах переноса, который достаточно полно разработан в [3]. Внедрение этого метода в аналитическую теорию

теплофизики почв позволит в простой и обзорной форме найти решение новых задач.

Экспериментальные измерения показывают, что максимальная глубина температурного возмущения в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла при суточных колебаниях температуры воздуха в теплицах может быть принята равной $l = 0,5$ м. Пусть температура воздуха изменяется во времени по закону функции $\varphi(t)$ и теплообмен между воздухом и поверхностью почвы происходит по закону Ньютона:

$$\left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} = \alpha [T(x, t) - \varphi(t)]_{x=0} \quad (1)$$

Здесь α является эффективным коэффициентом теплообмена, который включает долю теплового потока, получаемого почвой в результате солнечной радиации. Тогда поле температур $T(x, t)$ внутри почвы ($0 \leq x \leq l$) находится из решения задачи

$$c(x, m_1) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(x, m_2) \frac{\partial T}{\partial x} \right], \quad T(x, 0) = T_0 \quad (2)$$

$$\left(\lambda_0 \frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} = \alpha [T(x, t) - \varphi(t)]_{x=0}, \quad \left(\lambda_l \frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=l} = 0 \quad (3)$$

Эффективные переменные коэффициенты теплопроводности и теплоемкости чаще всего аппроксимируются в виде [2]

$$\lambda(x, m_2) = \lambda_0 [1 + f_\lambda(x, m_2)], \quad c(x, m_1) = c_0 [1 + f_c(x, m_1)],$$

где функции f_λ, f_c удовлетворяют условиям

$$\lim_{x \rightarrow 0} f_\lambda(x, m_2) = 0, \quad \lim_{x \rightarrow 0} f_c(x, m_1) = 0, \quad \lim_{m_2 \rightarrow 0} f_\lambda(x, m_2) = const, \quad \lim_{m_1 \rightarrow 0} f_c(x, m_1) = const.$$

Введем относительную координату $\xi = x/l$, безразмерное время $F_0 = a_0 t / l^2$, где $a_0 = \lambda(0, m_2) / c(0, m_1)$. Тогда задача (2), (3) приводится к виду

$$[1 + f_c(\xi, \beta_1)] \frac{\partial T}{\partial F_0} = \frac{\partial}{\partial \xi} \left[(1 + f_\lambda(\xi, \beta_2)) \frac{\partial T}{\partial \xi} \right], \quad T(\xi, 0) = T_0, \quad (4)$$

$$\left\{ \frac{\partial T}{\partial \xi} - Bi T(\xi, F_0) \right\}_{\xi=0} = -Bi \varphi(F_0), \quad \left(\frac{\partial T}{\partial \xi} \right)_{\xi=1} = 0, \quad (5)$$

где $Bi = \alpha l / \lambda_0$; $\beta_1 = m_1 / l$; $\beta_2 = m_2 / l$. Параметры β_1, β_2 назовем корректирующими параметрами неравномерности теплофизических коэффициентов. С уменьшением β_1, β_2 изменения коэффициентов теплопроводности и теплоемкости по текущей координате x становятся более слабыми и при $\beta_1 = \beta_2 = 0$ задача (4), (5) вырождается в задачу теплопроводности при постоянных коэффициентах переноса.

Обозначим через $\bar{T}(\xi, s)$ образ температурного поля для интегрального преобразования Лапласа, т. е.

$$\bar{T}(\xi, s) = \int_0^\infty T(\xi, F_0) \exp(-sF_0) dF_0.$$

Тогда с учетом формулы перехода $\frac{\partial T}{\partial F_0} = s\bar{T}(\xi, 0) - T(\xi, 0)$ задача (4), (5) после применения преобразования Лапласа приводится к решению граничной задачи

$$\frac{\partial}{\partial \xi} \left[(1 + f_\lambda(\xi, \beta_2)) \frac{\partial \bar{T}}{\partial \xi} \right] - \left[s \bar{T}(\xi, s) - T_0 \right] (1 + f_c(\xi, \beta_1)) = 0, \quad (6)$$

$$\left\{ \frac{\partial \bar{T}}{\partial \xi} - Bi T(\xi, s) \right\}_{\xi=0} = Bi \bar{\varphi}(s), \quad \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial \xi} \right)_{\xi=1} = 0. \quad (7)$$

Определение точного решения этой граничной задачи даже для простых частных случаев приводит к весьма сложным функциональным зависимостям, и это не всегда дает возможность найти пути обращения образа

$\bar{T}(\xi, s)$ к оригиналу $T(\xi, F_0)$. Поэтому разработка приближенного метода решения граничной задачи (6), (7), при которой уже достигается и находится решение исходной задачи простой аналитической формулой, имеет важное практическое значение. К числу таких разработок относится применение метода ортогональной проекции (метода Галеркина) к граничной задаче (6), (7), суть которого заключается в следующем. Приближенное решение находится как элемент функционального пространства, базисы которого $\psi_1(\xi), \psi_2(\xi), \dots, \psi_n(\xi)$ удовлетворяют однородным граничным условиям (7), т. е.

$$\left\{ \frac{\partial \psi_k}{\partial \xi} - Bi \psi_k \right\}_{\xi=0} = 0, \quad \left\{ \frac{\partial \psi_k}{\partial \xi} \right\}_{\xi=1} = 0, \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

в семействе линейной композиции вида

$$\bar{T}_n(\xi, s) = \bar{\varphi}(s) + \sum_{k=1}^n \bar{a}_k(s) \psi_k(\xi). \quad (8)$$

В качестве базисных координатных функций возьмем

$$\psi_1(\xi) = \frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2, \quad \psi_k = (1 - \xi)^2 \xi^{2(k-1)}, \quad k \geq 2,$$

при которых выражение (8) точно удовлетворяет граничным условиям (7).

Коэффициенты-изображения $\bar{a}_k(s)$ являются проекциями вектора $T_n(\xi, s) - \bar{\varphi}(s)$ на координатные оси функционального пространства и находятся из условия ортогональности невязки уравнения (6), полученного путем подстановки выражения (8) вместо $T(\xi, s)$, ко всем базисным функциям $\psi_j(\xi)$:

$$\int_0^1 \left\{ \frac{\partial}{\partial \xi} \left[(1 + f_\lambda(\xi, \beta_2)) \frac{\partial \bar{T}_n}{\partial \xi} \right] - \left[s \bar{T}_n(\xi, s) - T_0 \right] (1 + f_c(\xi, \beta_1)) \right\} \psi_j \partial \xi = 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

После интегрирования по переменной ξ при конкретных видах функций f_λ, f_c эта система приводится к виду

$$\left\{ \sum_{n=1}^n (A_{jk} + B_{fk} s) \bar{a}_k(s) = \left[T_0 - s \bar{\varphi}(s) \right] D_j \right\}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$A_{jk} = A_{kj} = - \int_0^1 \frac{\partial}{\partial \xi} \left[(1 + f_\lambda) \frac{\partial \psi_k}{\partial \xi} \right] \psi_j(\xi) \partial \xi > 0;$$

$$B_{jk} = B_{kj} = \int_0^1 (1 + f_c) \psi_j \psi_k \partial \xi; \quad D_j = \int_0^1 (1 + f_c) \psi_j \partial \xi.$$

Определив коэффициенты $\bar{a}_k(s)$ из системы (9) по формуле Крамера

$$\bar{a}_k(s) = \frac{\Delta_k(s) [T_0 - s \bar{\varphi}(s)]}{\Delta(s)}, \quad (10)$$

при которых выражение (8) дает наилучшее приближенное решение граничной задачи (6), (7), и переходя в область оригиналов, найдем решение исходной задачи в виде

$$T_n(\xi, F_0) = \varphi(F_0) + \sum_{n=1}^n a_k(F_0) \psi_k(\xi), \quad (11)$$

где $\Delta(s) = |A + Bs|$ - основной определитель системы (9); $\Delta_k(s)$ - определитель, составленный заменой k -го столбца коэффициентами D_1, D_2, \dots, D_n в определителе $\Delta(s)$. Корни уравнения $\Delta(s) = 0$ всегда будут простыми и отрицательными. Обозначим их через s_1, s_2, \dots, s_n в порядке возрастания по абсолютной величине. Тогда по формуле обращения дробно-рациональной функции с простыми полюсами и теоремы свертки [4] находим

$$a_k(F_0) = \sum_{n=1}^n \frac{\Delta_k(s_i)}{\Delta'(s_i)} \int_0^{F_0} \varphi^*(\tau) \exp[s_i(F_0 - \tau)] d\tau, \quad (12)$$

где $\varphi^*(F_0)$ - оригинал изображения $T_0 - s \bar{\varphi}(s)$. Такова общая схема комплексного применения интегрального преобразования и проекционного метода к задачам теплообмена.

Для сравнения приближенных решений с известными точными вначале рассмотрим задачу при постоянных коэффициентах теплоемкости и теплопроводности. При $\beta_1 = \beta_2 = 0$ коэффициенты в усеченной системе первого порядка

$$(A_{11} + B_{11}s) \bar{a}_1(s) = [T_0 - s \bar{\varphi}(s)] D_1 \quad (13)$$

находятся в виде

$$A_{11} = - \int_0^1 \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial \xi^2} \psi_1 d\xi = 2 \int_0^1 \left[\frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2 \right] d\xi = \frac{4(Bi + 3)}{3 Bi},$$

$$B_{11} = \int_0^1 \psi_1^2 d\xi = \frac{4(2Bi^2 + 10Bi + 15)}{15 Bi^2}, \quad D_1 = \frac{2(Bi + 3)}{3 Bi},$$

откуда

$$\bar{a}_1(s) = \frac{A(Bi)[T_0 - s \bar{\varphi}(s)]}{2[s + A(Bi)]}, \quad (14)$$

где

$$A(Bi) = \frac{5Bi(Bi + 3)}{2Bi^2 + 10Bi + 15}. \quad (15)$$

Положим $\varphi(F_0) = T_c > T_0$ $\left(\bar{\varphi}(s) = \frac{T_c}{s} \right)$, тогда поле температуры внутри почвы при постоянной температуре воздуха находится по формуле

$$T(\xi, F_0) = T_c + \frac{(T_0 - T_c)A(Bi)}{2} \exp[-A(Bi)F_0] \left[\frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2 \right]. \quad (16)$$

Относительная избыточная температура из решения (16) запишется формулой

$$\theta(\xi, F_0) = \frac{T(\xi, F_0) - T_0}{T_c - T_0} = 1 - \frac{A(Bi)}{2} \cdot \left[\frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2 \right] \exp[-A(Bi)F_0]. \quad (17)$$

Численный анализ показывает, что для интервала $0 < Bi \leq 1$ приближенное решение (17) практически совпадает с точным. Отклонение от точного решения с увеличением числа Bi монотонно возрастает и достигает максимального значения при $Bi = \infty$ (граничные условия первого рода). Анализ этой предельной задачи, когда температура на поверхности $x = 0$ постоянна и равна T_c , дает

хорошее совпадение с точным решением при $F_0 \geq 0,05$.

Изменение величины $A(Bi)$, от которой зависит темп экспоненциальной стабилизации температурного поля, и сравнение с квадратом первого корня μ_1^2 характеристического уравнения $ctg \mu = \mu / Bi$ приведено на рис. 1. При изменении Bi от 0 до 1 величина $A(Bi)$ превышает μ_1^2 и ошибка

монотонно возрастает от нуля до 0,08% в точке $Bi = 1$. При $Bi = 10$, $Bi = \infty$ соответственно $A(Bi)$ имеет ошибку 1 и 1,3 %. Таким образом, стабилизация температуры в приближенных решениях дает хорошее совпадение со стабилизацией температуры в точном решении.

Расчет температуры при скачкообразном изменении температуры в граничных условиях в начальный момент времени, как это имеет место в

решении (17), приводит к наибольшим ошибкам. При непрерывном изменении функции $\varphi(t)$ с начальным распределением T_0 ($\lim_{t \rightarrow 0} \varphi(t) = T_0$) погрешность вычисления температуры становится меньше.

Найдем поле температуры в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла при гармоническом колебании температуры воздуха гелиотеплице [6].

$$\varphi(t) = T_0 + \Delta T \sin 2\pi \nu t = T_0 + \Delta T \sin \omega F_0, \quad \omega = Pd = \frac{2\pi l^2}{a}.$$

Подставим значение

$$\bar{\varphi}(s) = \frac{T_0}{s} + \frac{\Delta T \omega}{s^2 + \omega^2}$$

в формулу (14), тогда получим

$$\bar{a}_1 = -\frac{A(Bi)}{2} \frac{\Delta T \omega s}{(s+A)(s^2 + \omega^2)} = \frac{A(Bi)\Delta T}{2} \left[\frac{B}{(s+A)} + \frac{D_s + E}{s^2 + \omega^2} \right].$$

После определения B, D, E по методу неопределенных коэффициентов находим

$$\bar{a}_1 = \frac{A(Bi)\omega\Delta T}{2} \left\{ \frac{A(Bi)}{[A^2(Bi) + \omega^2](s+A)} - \frac{1}{A^2 + \omega^2} \left[\frac{A(Bi)s}{s^2 + \omega^2} + \frac{\omega^2}{s^2 + \omega^2} \right] \right\},$$

откуда

$$a_1(F_0) = \frac{A(Bi)\omega\Delta T}{2} \left\{ \frac{A(Bi)}{A^2 + \omega^2} \exp[-A(Bi)F_0] - \frac{1}{A^2 + \omega^2} [A \cos \omega F_0 + \omega \sin \omega F_0] \right\}.$$

Положим

$$\frac{A}{\sqrt{A^2 + \omega^2}} = \sin \varphi_0, \quad \frac{\omega}{\sqrt{A^2 + \omega^2}} = \cos \varphi_0,$$

тогда относительная избыточная температура находится по формуле

$$\theta(\xi, F_0, Bi) = \frac{T(\xi, F_0) - T_0}{\Delta T} = \sin \omega F_0 + \frac{A(Bi)}{2} \cdot \left\{ \frac{\sin 2\varphi_0}{2} \cdot \exp(-A(Bi)F_0) - \cos \varphi_0 \sin(\omega F_0 + \varphi_0) \right\} \cdot \left[\frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2 \right]. \quad (18)$$

Изменение θ для $Bi = 1, 4, 10$ в точках $\xi = 0, 0,25$ приведено на рис. 1. При известных значениях коэффициента температуропроводности числа Bi и толщины l для конкретной почвы можно рассчитать температуру по формуле (18) в размерных координатах x и времени t .

Наличие формулы (14) позволяет находить решения при любых других законах изменения температуры воздуха.

Рассмотрим задачу (2), (3) при $c(x, m_1) = c_0(1 + m_1 x)$, $\lambda(x, m_2) = \lambda_0(1 + m_2 x)$, которые были взяты из [2].

В наших обозначениях имеем

$$1 + f_c(\xi, \beta_1) = 1 + \beta_1 \xi, \quad 1 + f_\lambda(\xi, \beta_2) = 1 + \beta_2 \xi.$$

Коэффициенты для системы (9) первого порядка

$$A_{11} = \frac{4(Bi + 3) + \beta_2 Bi}{3 Bi}, \quad B_{11} = \frac{8(2Bi^2 + 10Bi + 15) + \beta_1(11Bi^2 + 50Bi + 60)}{30 Bi^2},$$

$$D_1 = \frac{8(Bi + 5) + \beta_1(5Bi + 12)}{12 Bi},$$

и решением этой системы будет

$$\bar{a}_1(s) = \frac{[T_0 - s \bar{\varphi}(s)] D(Bi, \beta_1)}{s + A(Bi, \beta_1, \beta_2)}, \quad (19)$$

где

$$A(Bi, \beta_1, \beta_2) = \frac{10 Bi [4(Bi + 3) + \beta_2 Bi]}{8(2Bi^2 + 10Bi + 15) + \beta_1 (11 Bi^2 + 50Bi + 60)}; \quad (20)$$

$$D(Bi, \beta_1) = \frac{5 Bi [8(Bi + 3) + \beta_1 (5Bi + 12)]}{2[8(2Bi^2 + 10Bi + 15) + \beta_1 (11 Bi^2 + 50Bi + 60)]}. \quad (21)$$

При экспоненциальном подъеме температуры воздуха в теплице в виде $\varphi(F_0) = T_0 + (T_c - T_0)[1 - \exp(-PdF_0)]$ подставим значение $\bar{\varphi}(s) = \frac{T_0}{s} + \frac{Pd(T_c - T_0)}{s(s + Pd)}$ в формулу (19),

тогда получим

$$\bar{a}_1(s) = \frac{D(Bi, \beta_1)(T_c - T_0)Pd}{A(Bi, \beta_1, \beta_2) - Pd} \left[\frac{1}{s + A(Bi, \beta_1, \beta_2)} - \frac{1}{s + Pd} \right].$$

После перехода в область оригиналов получим

$$\begin{aligned} \theta(\xi, F_0, Bi, \beta_1, \beta_2) &= \frac{T(\xi, F_0) - T_0}{T_c - T_0} = 1 - \exp(-PdF_0) + \\ &+ \frac{D(Bi, \beta_1)Pd}{A(Bi, \beta_1, \beta_2) - Pd} \left\{ \exp[-A(Bi, \beta_1, \beta_2)F_0] - \exp(-PdF_0) \right\} \cdot \\ &\cdot \left[\frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2 \right]. \end{aligned} \quad (22)$$

Изменение θ при $Bi = 4$, $Pd = 2$ и постоянном коэффициенте теплоемкости $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 0,5$; 1 в точках $\xi = 0$; 0,25; 0,5 приведено на рис. 2.

При граничных условиях первого рода ($Bi = \infty$) из решения (22) для случая $\beta_1 = 0$, $\beta_2 \neq 0$ находим

$$\begin{aligned} \theta(\xi, F_0, \beta_2) &= 1 - \exp(-PdF_0) + \frac{5Pd}{4[2,5 + 0,625\beta_2 - Pd]} \cdot \\ &\cdot \left\{ \exp[-(2,5 + 0,625\beta_2)F_0] - \exp(-PdF_0) \right\} (2\xi - \xi^2). \end{aligned} \quad (23)$$

При затухающей амплитуде гармонического колебания воздуха $\varphi(F_0) = T_0 + \Delta T \exp(-PdF_0) \sin \omega F_0$ относительная избыточная температура в почве запишется формулой

$$\begin{aligned} \theta(\xi, F_0, Bi, \beta_1, \beta_2) &= \frac{T(\xi, F_0) - T_0}{\Delta T} = \exp(-PdF_0) \sin \omega F_0 + \\ &+ \frac{D}{\omega^2 + (Pd - A)^2} \left\{ A\omega \exp(-AF_0) - \exp(-PdF_0) [A\omega \cos \omega F_0 + (Pd(Pd - A) + \omega^2) \sin \omega F_0] \right\} \cdot \\ &\cdot \left[\frac{Bi + 2}{Bi} - (1 - \xi)^2 \right]. \end{aligned} \quad (24)$$

В решениях (22)-(24) коэффициент темпа экспоненциальной стабилизации температурного поля, определяемый по формуле (20), возрастает с увеличением корректирующего параметра β_2 линейной неравномерности коэффициента теплопроводности и обратно пропорционален числу β_1 , что вполне согласуется с физикой процесса теплопроводности. В заключение отметим, что

приведенные исследование показывают возможность решить задачи теплопроводности при любых других эмпирических формулах для перемешанных коэффициентов теплоемкости и теплопроводности, зависящих от координат, которые будут представлять математические модели процессов переноса тепла в субстратном слое подпочвенного аккумулятора.

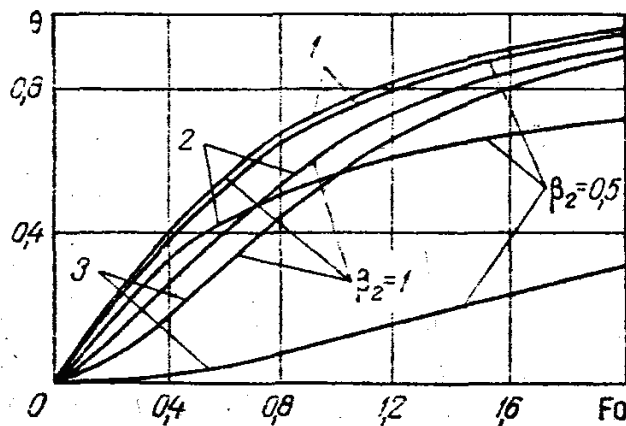
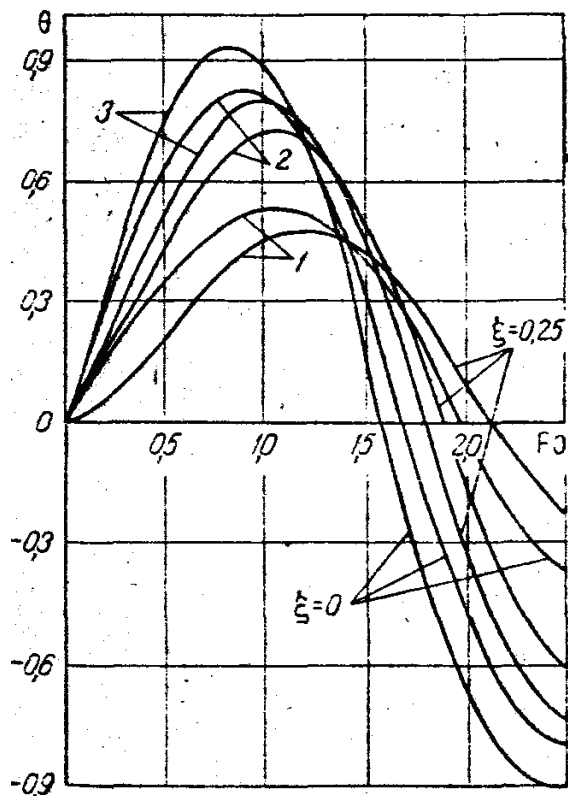


Рисунок 1. Изменение относительной избыточной температуры на поверхности ($\xi = 0$) и внутри почвы ($\xi = 0,25$) при гармоническом колебании температуры воздуха: 1 – $Bi = 1$; 2 – 4; 3 – 10.

Изменение температуры в почве экспоненциальном подъеме температуры воздуха в теплице:
1 – $\xi = 0$; 2 – 0,25; 3 – 0,5.

Обозначения

$F_0 = at / l^2$ - безразмерное время (число Фурье); s - параметр интегрального преобразования

Лапласа; $Pd = \frac{2\pi \nu^2}{a}$ - число Предводителя; $\xi = x / l$ - безразмерная координата; Bi - число Био.

ИСТОЧНИКИ

1. Нерлин С.В., Чудновский А.Ф. Энерго- и массообмен в системе растение- почвы- воздух. – Л.: Гидрометеиздат, 1975 – с.352.

2. Чудновский А.Ф. Теплофизика почв. – М.: Наука, 1976. – с. 352.
3. Цой П.В. Методы расчета отдельных задач тепломассопереноса. – М.: Энергия. 1971. – с. 375.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа. 1967.-с. 592.
5. Вардияшвили А.Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных теплицах с субстратом и аккумуляцией тепла. Т.: Фан. 1990.-с. 193.
6. Хайридинов Б.Э., Содыков Т.А. Комбинированные гелиотеплицы- сушилки. Т.: Фан. 1992.-с. 182.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Аннотация. В настоящей работе предлагается система автоматического управления водоснабжением сельскохозяйственного производства и объектов АПК применением современных микропроцессорных технических средств, в частности программируемых логических контроллеров.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры, автоматизация процессов водоснабжения, кондуктометрические датчики уровня, поплавковые датчики уровня.

Повышение эффективности сельхозпроизводства неразрывно связано с внедрением новых и совершенствованием существующих технологий и технических средств [1-4]. При этом разработка автоматизации технологических процессов призвана значительно снизить затраты на производство сельхозпродукции и повысить ее качество [5-8].

Так, используемые в настоящее время системы управления насосными установками, например, «Каскад», для водоснабжения объектов АПК [9], имеют ряд недостатков, основными из которых являются невысокая надежность, сложность настройки защиты от аварийных режимов и др. Таким образом разработка САУ водоснабжающей установкой (ВУ) представляется важным.

В настоящей статье представлена функциональная схема системы автоматического управления ВУ; разработаны принципиальные электрические схемы, использующие, в качестве элементов обратной связи, кондуктометрические или поплавковые датчики уровня.

Для разработки автоматических систем перспективным является использование микропроцессорных технических средств управления, например, программируемых логических контроллеров (ПЛК) [10-12]. Применение контроллера обеспечивает, в частности высокую надёжность; простое тиражирование и обслуживание устройств управления; ускоряет монтаж и наладку оборудования; обеспечивает быстрое обновление алгоритмов управления (в том числе и на работающем оборудовании). На рис.1 представлена функциональная схема САУ водоснабжающей установкой.

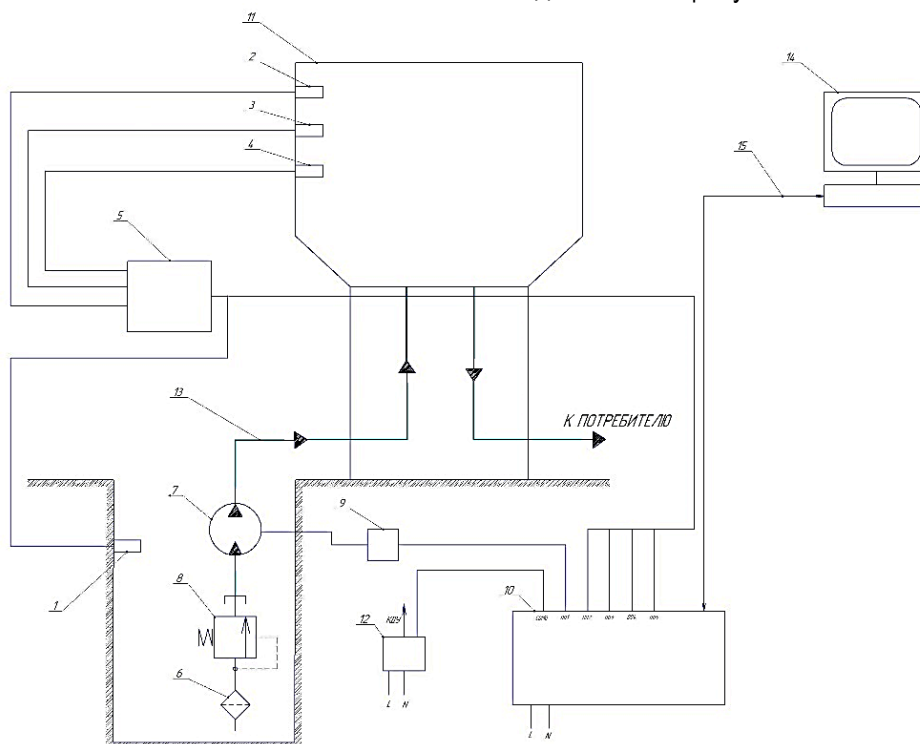


Рисунок 1 – Функциональная схема САУ водоснабжающей установкой

В напорный бак 11 по водопроводу 13 поступает вода от погружного насоса 7, предварительно проходя очистку через фильтр 6. Для поддержания постоянного наличия воды в насосе 7 предназначен механический обратный клапан 8. В напорном баке 11 встроены кондуктометрические датчики уровня: пожарный датчик уровня 4, датчик нижнего уровня 3 и датчик верхнего уровня 2. Управляющие сигналы с датчиков уровня поступают на блок согласования 5, который запитан от блока питания 12. После преобразования аналоговых сигналов в дискретные, они поступают с блока согласования 5 на программируемый логический контроллер 10, где обрабатываются по прикладной программе пользователя. Для защиты насоса от запуска всухую предназначен поплавковый датчик сухого хода 1. Включает насос контактор 9, управляемый программируемым логическим контроллером 10.

Связь с ПК оператора 14 осуществляется по интерфейсу RS-232/Ethernet 15.

На основе функциональной схемы (рис.1) разработаны принципиальные электрические схемы управления водоснабжающей установкой с применением кондуктометрических (рис.2) и поплавковых (рис.3) датчиков уровня. Для обеих схем силовая часть является общей, где электродвигатель погружного насоса M1 включается контактором KM1. Питание подводится от трехполюсного автоматического выключателя QF3.

Для кондуктометрических датчиков уровня R1, R2, R3, R4 предусмотрен блок согласования U1, который преобразует аналоговые сигналы с кондуктометрических датчиков в дискретные и посылает их на программируемый логический контроллер X1 (рис.2).

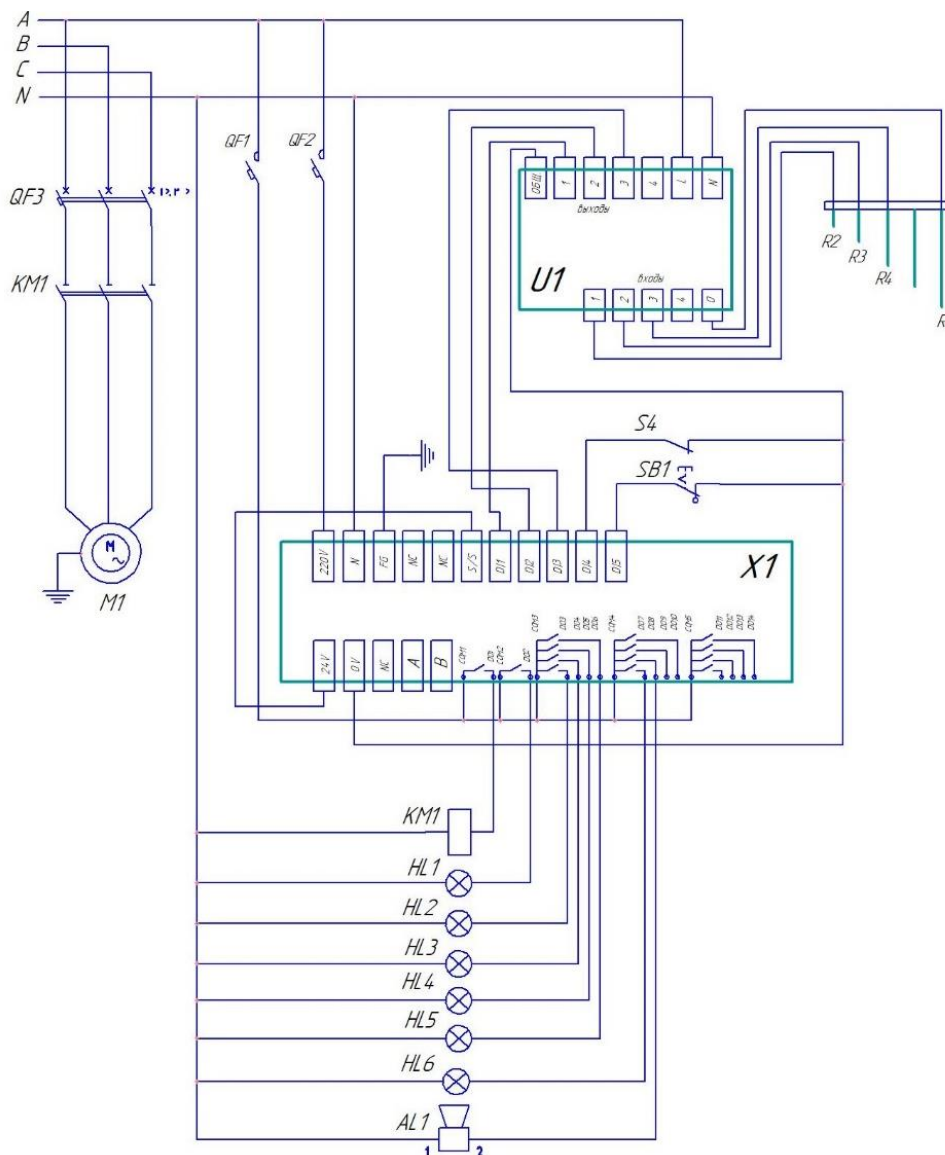


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема управления водоснабжающей установкой с применением кондуктометрических датчиков

Дискретные сигналы приходят на клеммы ПЛК DI1, DI2, DI3. На клемму D4 поступает управляющий сигнал с поплавкового датчика S4. На клемму D5 поступает управляющий сигнал с кнопки сброса звука аварии SB1. Питание ПЛК осуществляется от однополюсного автоматического выключателя QF2. Питание силовой части, управляемой контроллером, осуществляется однополюсным автоматическим выключателем QF1.

К выходным клеммам контроллера подключены исполнительные элементы: KM1- катушка реле контактора, включающая электродвигатель погружного насоса; HL1 – сигнальная лампа «РАБОТА»; HL2 – сигнальная лампа «АВАРИЯ»; HL3 – сигнальная лампа «датчик нижний уровень»; HL4 – сигнальная лампа «датчик верхний уровень»; HL5 – сигнальная лампа «датчик пожарный уровень»; HL6 – сигнальная лампа «датчик сухого хода»; AL1 – ревун.

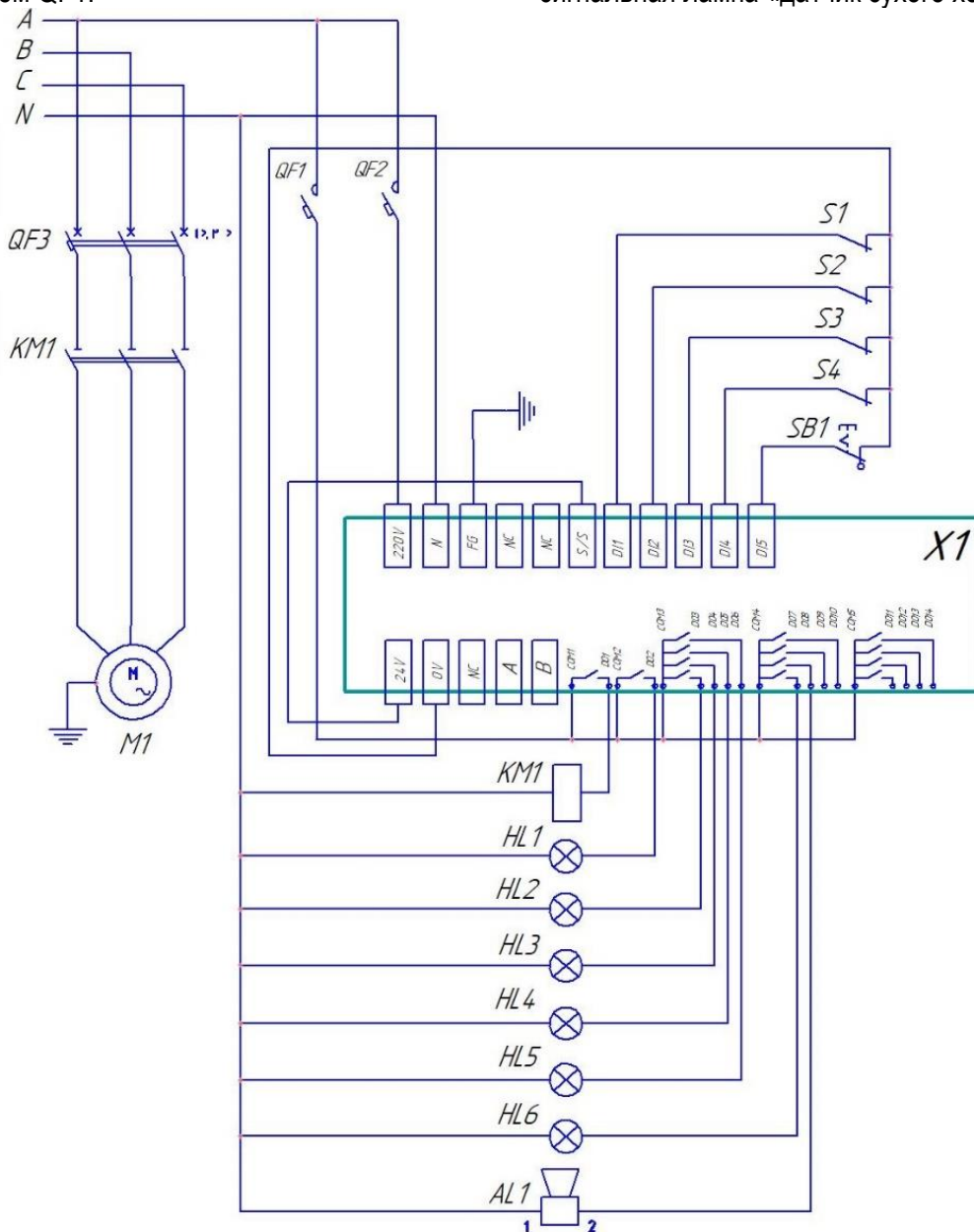


Рисунок 3 – Принципиальная электрическая схема управления водоснабжающей установкой с применением поплавковых датчиков

Для принципиальной электрической схемы водоснабжающей установки с использованием поплавковых датчиков (рис.3) блок согласования не нужен, так как с датчиков уже поступает дискретный управляющий сигнал. Соответственно схема упрощается и датчики уровней S1, S2, S3 присоединяются на клеммы контроллера DI1, DI2, DI3 соответственно.

Таким образом, предварительный анализ показал, что использование программированных логических контроллеров представляется перспективным для автоматизации водоснабжения сельскохозяйственных объектов.

ИСТОЧНИКИ

1. Усанов, К.М. Проектирование электроустановок [Текст]: учебное пособие / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина. – Саратов: Амирит, 2017. – 123 с.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учебное пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.И. Мошкин, В.А. Каргин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. – 292 с.
3. Каргин, В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Л.А. Лягина, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.
4. Марадудин, А.М. Оценка эффективности охлаждения линейных электромагнитных двигателей импульсных машин / А.М. Марадудин, В.А. Каргин, Д.П. Щербаков // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК, материалы VI Международной научно-практической конференции, 2015. – 157-160.
5. Четвериков, Е.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности / Е.А. Четвериков, А.П. Моисеев, В.А. Каргин // Аграрный научный журнал, 2015. № 7. – С.52-54.
6. Усанов, К.М. Использование линейного электромагнитного двигателя для упаковки сельскохозяйственной продукции / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.В. Ивченко, С.А. Ивченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2012. №1 – С.22-23.
7. Усанов, К.М. Импульсный электромагнитный привод тросошайбового кормораздатчика / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве, 2011. № 3. – С.14-16.
8. Моисеев, А.П. Совершенствование электрического преобразователя электромагнитного привода кормораздаточного транспортера / А.П. Моисеев, А.В. Волгин, В.А. Каргин // Известия Международной академии аграрного образования, 2016. № 31. – С.41-43.
9. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учебное пособие для вузов / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005. – 352 с.
10. Лягина, Л.А. Система автоматического управления процессом сушки растительного сырья / Л.А. Лягина, В.А. Каргин, А.П. Моисеев // Аграрный научный журнал, № 7, 2017. – С.78-82.
11. Каргин, В.А. Система управления плавным ходом якоря ЛЭМД кормораздаточных транспортеров за счет автоматической корректировки выходного усилия / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Н.Н. Белова // Известия Международной академии аграрного образования, № 37, 2017. – С.15-18.
12. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

УДК 621.315

О.В. Цыликов, Ю.П. Свиридов

Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск

О РАБОТЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ЗАТЕНЕНИИ

Аннотация: в статье рассматривается влияние затенения при проезде транспортных средств на работу систем дорожного покрытия, состоящих из фотоэлектрических модулей, предложен метод приближенного учета этого фактора.

Ключевые слова: фотоэлектрическая система, фотоэлектрический модуль, солнечная энергетика, Solar road.

Затенение поверхности фотоэлектрических модулей (ФЭМ) обычно не учитывают при простейших инженерных расчетах, поскольку оно незначительно в пределах их применения, например, в солнечных электростанциях или на открытых участках местности. Однако при оценке количества выработанной электроэнергии от фотоэлектрических систем (ФЭС) дорожных покрытий это необходимо учесть, поскольку их постоянно пересекают транспортные средства (ТС). В этой статье мы будем рассматривать влияние затенения именно от ТС, без учета тени от проходящих пешеходов, произрастающих растений, близкорасположенных сооружений.

Поскольку трудно произвести мониторинг интенсивности движения ТС по улицам, будем

пользоваться данными, приведенными в [1], а именно, классификацией обычных дорог по количеству проезжающих ТС в сутки.

В качестве примера будем рассматривать улицу Циолковского в Ленинском районе г. Ульяновска. Её условно можно отнести к категории IV обычных дорог с интенсивностью движения около 500 ТС в сутки в течение года, согласно [1].

На основании [2], зная среднесуточную интенсивность движения в течение года N , мы можем рассчитать среднечасовую интенсивность движения N_q по формуле:

$$N_q = \frac{N \cdot 365 \cdot K_t K_H K_z}{4}, \quad (1)$$

где, $K_t K_H K_z$ – коэффициенты неравномерности движения по часам суток, дням недели и месяца года соответственно, выбираются из таблицы в [2].

Далее на примере модуля КСМ-180 [3], зная его площадь, количество модулей в рядах и количество блоков, необходимо оценить, какое примерное количество модулей будет затенено проезжающими ТС в течение часа. В данном случае мы не будем учитывать ТС, стоящие на светофорах, пропускающих пешеходов, маневры на перекрестках, будем учитывать лишь ТС,двигающиеся через всю улицу, длиной 750 м, со средней скоростью 40 км/ч за время $t_{мс}$, равное 67,5 с, и постоянно припаркованные ТС в течение суток. В нашем случае улица Циолковского покрыта 497 параллельными рядами, в каждом из которых содержатся 6 модулей. Таким образом ФЭС дорожного покрытия улицы образована общим количеством ФЭМ $N_{общ}$ равном 2982 штук. Также учтем площадь ТС, равную приблизительно, площади 15 ФЭМ. Определим количество незатененных ФЭМ в течение часа $N_{нз}$ по следующей формуле:

$$N_{нз} = N_{общ} - N_{фэм,мс} N_{ч} \frac{t_{мс}}{3600} - N_{ч0}, \quad (2)$$

где, $N_{фэм,мс}$ – количество ФЭМ, затененное ТС;
 $N_{ч0}$ – количество модулей, затененных от припаркованных ТС в течение часа.

Определение конкретного количества ФЭМ в рядах и блоках ФЭС крайне проблематично. Поэтому примем грубое допущение, что количество модулей в одном ряду меняться не будет и полученное количество модулей будем распределять по параллельным друг другу блокам рядов в дальнейших расчетах, исходя из этого утверждения.

Для примера возьмем конкретные дни – дни весеннего и осеннего равноденствия, где световые дни будут равняться 12 часам – 20 марта и 23 сентября 2018 года. По формуле (1) получим следующие значения, указанные в табл. 1. Полученные значения округляем до ближайшего целого. Помимо этого, мы не будем учитывать часы от захода и до восхода солнца над горизонтом.

Далее для каждого часа рассчитаем по формуле (2) количество незатененных ФЭМ, результаты расчета заносим в табл. 1. Учтем, что постоянно затенено от припаркованных ТС 70 ФЭМ.

Таблица 1.- Количество незатененных ФЭМ и проезжающих ТС за каждый час работы системы в дни равноденствия

	20 марта 2018 года		23 сентября 2018 года	
часы	ТС	Кол-во ФЭМ	ТС	Кол-во ФЭМ
8	30	2904	34	2902
9	28	2904	31	2903
10	28	2904	31	2903
11	25	2905	28	2904
12	25	2905	28	2904
13	26	2905	29	2904

14	25	2905	28	2904
15	30	2904	34	2902
16	30	2904	34	2902
17	33	2903	37	2901
18	33	2903	37	2901
19	25	2905	28	2904

Далее для каждого часа посчитаем количество электроэнергии выработанной ФЭС, пользуясь следующей формулой в максимальном режиме работы ФЭМ [4]:

$$I = I_{кз} \cdot N_6 \left(\frac{G}{G_0} \right) - I_0 \cdot N_6 \left(e^{\frac{eU}{A k T_3 N_p}} - 1 \right), \quad (3)$$

где: I, U – выходной ток и напряжение ФЭС, А и В;
 $I_{кз}$ – ток КЗ ФЭС, А;
 G и G_0 – параметры реальной и эталонной солнечной инсоляции, Вт/кв. м, принимается соответственно 1900 и 1000 Вт/кв. м;
 k – постоянная Больцмана;
 N_6 и N_p – количество рядов и блоков из ФЭМ;
 T_3 – эталонная температура, принимается равной 298 К;
 I_0 – обратный ток р-п перехода, А.

Результаты расчета заносим в табл. 2.

Таблица 2.- Количество электроэнергии, которое будет произведено за каждый час работы ФЭС 20.03.2018 и 23.09.2018 в максимальном режиме работы при средней суточной интенсивности движения 500 ТС/сут.

	20 марта 2018 года		23 сентября 2018 года			
часы	ТС	А, кВт*ч	ТС	А, кВт*ч	А0, кВт*ч	
8	30	1087.27	34	1086.59	1116.5	
9	28	1087.27	31	1086.82		
10	28	1087.27	31	1086.82		
11	25	1087.72	28	1087.27		
12	25	1087.72	28	1087.27		
13	26	1087.72	29	1087.27		
14	25	1087.72	28	1087.27		
15	30	1087.27	34	1086.59		
16	30	1087.27	34	1086.59		
17	33	1086.82	37	1086.15		
18	33	1086.82	37	1086.15		
19	25	1087.72	28	1087.27		
Итого		13048.59		13042.06		13398

Как видно из табл. 2 при не учете затенения от ТС погрешность расчета в данном случае составляет приблизительно 2.61% и 2.66% соответственно. Достаточно небольшая погрешность, учитывая категорию дороги по интенсивности транспортного потока. Произведем расчет улицы, но с учетом того, что в сутки проезжает порядка 15000 ТС. Результаты расчета представлены в табл. 3.

Таблица 3.-Количество электроэнергии, которое будет получено за каждый час работы ФЭС 20.03.2018 и 23.09.2018 в максимальном режиме работы при средней суточной интенсивности движения 15000 ТС/сут.

часы	20 марта 2018 года			23 сентября 2018 года			АО, кВт*ч	
	ТС	Кол-во ФЭМ	А, кВт*ч	ТС	Кол-во ФЭМ	А, кВт*ч		
8	897	2657	994.72	1004	2626	983.26	1116.5	
9	823	2678	1002.58	920	2650	992.02		
10	823	2678	1002.58	920	2650	992.02		
11	748	2699	1010.44	837	2674	1001.23		
12	748	2699	1010.44	837	2674	1001.23		
13	778	2691	1007.52	870	2665	991.12		
14	748	2699	1010.44	837	2674	1001.23		
15	897	2657	994.72	1004	2626	983.26		
16	897	2657	994.72	1004	2626	983.26		
17	972	2635	986.63	1088	2602	974.27		
18	972	2635	986.63	1088	2602	974.27		
19	748	2699	1010.44	837	2674	1001.23		
Итого			12011.86			11878.4		13398

Как видно из табл. 3 при неучёте затенения от ТС погрешность расчета в данном случае составляет приблизительно 10.35% и 11,34% соответственно, поэтому пренебрегать затенением нельзя при расчете потребления электроэнергии, полученной от ФЭС.

Вывод: Предложен приближенный метод учета влияния затенения фотоэлектрических модулей ФЭС дорожных покрытий от проезжающих транспортных средств. Полученные результаты говорят о том, что пренебрегать вышеуказанным фактором нельзя при расчете выработки электроэнергии.

ИСТОЧНИКИ

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменением N 1)[Электронный ресурс]<http://docs.cntd.ru/document/1200095524> (Дата обращения 24.01.18)
2. ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог [Электронный ресурс]<http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293787/4293787897.htm#i2732845> (Дата обращения 24.01.18)
3. Фотоэлектрические модули наземного применения [Электронный ресурс]http://npp-kvant.ru/wp-content/uploads/2014/08/КСМ-18019020_0205.pdf (Дата обращения 24.01.18)
4. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 360 с.

УДК 621.316.9

М.А.Чепкасова, Т.А.Широбокова

ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск

СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Аннотация: В статье рассматриваются способы применения эффекта Пельтье и эффекта Зеебека в теплонагруженных элементах. Кратко говорится о принципе действия термоэлектрического эффекта. Рассмотрены три перспективных метода применения термогенераторов в теплонагруженных элементах.

Ключевые слова: термоэлектрическая генерация, электрическая энергия, теплота, термонара, система охлаждения.

Поиск новых источников электрической энергии, а также повышение энергоэффективности потребителей электрической энергии является одной из важнейших задач современной науки. Также не стоит забывать о том, что энергия должна вырабатываться экологически чистым путем, быть возобновляемой, без применения углеводородов.

Большее число процессов, происходящих в электрических устройствах и аппаратах, сопровождается выделением теплоты. Это снижает КПД аппаратов, а также отрицательно воздействует на окружающую среду. Термоэлектрическая генерация является перспективным способом прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. В таком преобразовании отсутствует

промежуточное звено, как, например, в работе тепловой или атомной электростанции, где тепловая энергия преобразуется в механическую, а затем механическая энергия преобразуется в электрическую.

Термоэлектрическая генерация основана на эффекте Зеебека, обратном эффекту Пельтье, на основе которого разработан одноименный элемент. Напряжение термоЭДС $E_{\text{тэдс}}$ прямо пропорционально коэффициенту Зеебека (α) и разнице температур (ΔT) между горячей T_h и холодной T_c сторонами (спаями) термоэлектрического модуля. Если температура места контакта отлична от температуры свободных концов, то по такой цепи пойдет ток, а на нагрузке будет выделяться полезная мощность. Величину термоЭДС можно определить по формуле:

$$E_{\text{тэдс}} = \alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

Для увеличения получаемой электрической мощности и напряжения термопары соединяют последовательно, при этом они образуют термобатарею, или термоэлектрический модуль.[1,2]

Термоэлектрический эффект был открыт достаточно давно, однако нашел широкое применение только в измерительных устройствах. Повышение КПД термоэлектрических преобразователей в последнее время заставляет исследовать возможность их применения в устройствах, выделяющих тепло в процессе работы. Для подобных устройств, рабочие характеристики которых очень чувствительны к температурному режиму, необходимы системы охлаждения с функцией терморегулирования. С помощью термоэлектрических модулей можно повысить интенсивность охлаждения теплонагруженных элементов. Они наделяют теплоотводящую систему функцией охлаждения, т. е. дают возможность достигать температуры ниже значения внешней среды.

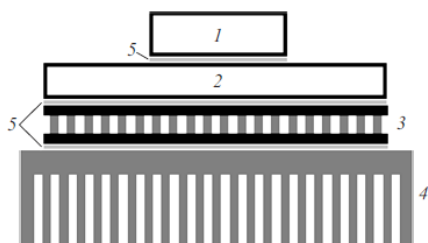


Рисунок 1 – Схема термоэлектрической системы охлаждения и терморегулирования: 1 – Теплонагруженные элементы, 2 – термоэлектрический преобразователь, 3 – термоэлектрический модуль, 4 – кулер, 5 – тепловые контакты.

Такие системы охлаждения и терморегулирования обладают рядом достоинств по сравнению с другими системами охлаждения, а именно возможностью плавного регулирования температуры в достаточно

широком диапазоне путем изменения величины и направления тока питания, малой тепловой инерционностью, высокой надежностью, отсутствием движущихся частей, компактностью и небольшим весом, бесшумностью работы. [3]

Для повышения интенсивности охлаждения полупроводниковых источников света применяют ребрение. Существует один из вариантов модернизации данной системы охлаждения, позволяющий посредством незначительных конструктивных изменений повысить КПД. Метод реализуется за счет объединения вершины ребра радиатора с основанием посредством проводника, образующего термопару в замкнутую электрическую цепь, в которой при подводе тепла к основанию ребер вследствие разности температур между вершиной и основанием ребра в замкнутой электрической цепи, образованной ребрами, их основанием и дефлектором возникает термо-э.д.с. и электрический ток, который приводит к возникновению эффекта Пельтье на вершинах ребер и дополнительному тепловыделению в ребрах за счет подводимого к основанию ребер теплового потока. Это приводит к интенсификации теплоотдачи с охлаждаемой поверхности.

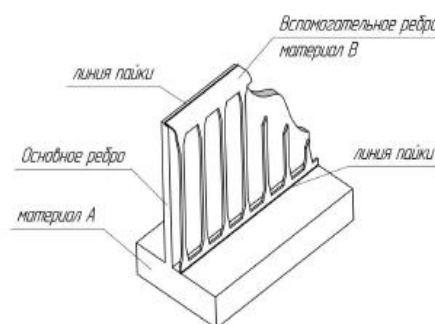


Рисунок 2 – Схема элемента модернизированной системы охлаждения

Эффект Пельтье приводит к увеличению температуры вершины ребра (следовательно и к.п.д. ребра), джоулево тепловыделение в теле ребра – к дополнительному теплоотводу от теплопередающей поверхности, т.к. порождается разностью температур между вершиной и основанием ребра, т.е. подводимым к основанию тепловым потоком.[4]

Термоэлектрический эффект возможно применять не только для повышения интенсивности охлаждения элементов, но и для преобразования теплоты выделяющейся в этих элементах в электрическую энергию. Современные термогенераторы (ТЭГ) имеют достаточно низкий КПД, однако могут вырабатывать мощность, при сравнительно небольших разностях температур. Достоинством также является то, ТЭГ вырабатывает постоянный ток напряжением 10-20В, что позволяет без преобразований использовать эту энергию для

питания светодиодных светильников. Разность температур, особенно в зимнее время, в большинстве районов России позволяет рассчитывать на то, что ТЭГ будет работать с максимально возможным КПД. Необходимо обеспечить контактирование одной стороны ТЭГ с поверхностью нагревающегося элемента (например, светодиодная плата), вторая сторона при этом должна охлаждаться. Пониженную температуру на холодной стороне ТЭГ возможно реализовать следующими способами: естественная теплоотдача, алюминиевый радиатор, принудительная вентиляция.

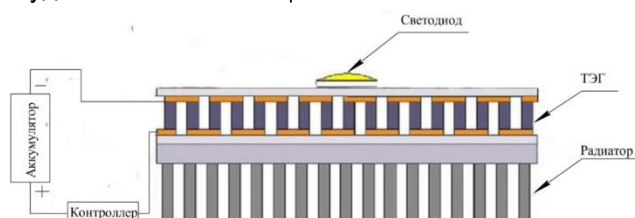


Рисунок 3 – Схема работы установки

Схема, представленная на рис. 3 помимо светодиода, ТЭГ и радиатора, включает в себя аккумулятор, предназначенный для накопления вырабатываемой энергии. Также в схеме установлен контроллер уровня заряды батареи, который при полной зарядке может переключить светодиодный светильник в основного питания на автономное. В данном методе есть один существенный недостаток – непосредственный контакт ТЭГ с нагретым элементом приводит к ухудшению охлаждения

УДК 51.74

О.Н. Чурляева

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Аннотация: Рассмотрены вопросы расчета и анализа электрических цепей с нелинейными элементами, получено аналитическое выражение, позволяющее определить закономерность изменения тока $i(t)$ в цепи с нелинейным сопротивлением.

Ключевые слова: математический анализ, нелинейное сопротивление, нелинейные цепи, дифференциальные уравнения, сила тока.

Расчет и исследование электрических цепей с нелинейными элементами во многих случаях проводятся графоаналитическим методом, в основу которого положены законы Кирхгофа. Недостатком данного метода является зависимость точности расчета от точности графических построений. В тех случаях, когда вольт-амперные характеристики нелинейных элементов можно выразить аналитическими функциями, может быть выполнен аналитический расчет, который позволяет более точно оценить изменение параметров электрических цепей, содержащих нелинейные элементы.

последнего и его деградации[5]. Это может снизить эффективность работы электрического устройства, например, увеличить скорость деградации светового потока светодиода. Эта проблема является предметом дальнейших исследований и уже рассматривается в работах иностранных ученых.[6]

ИСТОЧНИКИ

1. Иоффе, А. Ф. Термоэлектрическое охлаждение / Иоффе А. Ф., Стильбанс Л. С., Иорданишвили Е. К., Ставицкая Т. С. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1956.
2. Шостаковский, П. Термоэлектрические источники альтернативного электропитания/ П.Шостаковский // - Компоненты и технологии. - 2010. - № 12 (113). – с. 131-138.
3. Васильев, Е.Н. Расчет и оптимизация режимов термоэлектрического охлаждения теплонагруженных элементов. / Е.Н.Васильев // - Журнал технической физики. – 2017. - том 87. - вып. 1. – с. 81-85.
4. Илюхин, И.М. Аналитическая оценка влияния термоэлектрических эффектов на интенсификацию теплоотдачи от охлаждаемой ребренной поверхности. / И.М.Илюхин, А.В.Кретинин, М.И.Кирпичев, В.Г.Стогней // - Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. - №4 – т.10. – с. 44-47.
5. Wang, J.-C. Thermo electrictrans formationan dilluminative performance analy sisofanovel LED-MGVCdevice, International Communicationsin Heatand MassTransfer. - 48 (2013) 80–85.
6. Буторин, В.А. Прогнозирование ресурса светильников со светодиодами, определяемого спадом их светового потока/ В.А.Буторин, К.П. Вовденко, И.Б. Царёв // Светотехника. 2014. № 6. С. 57-58.

На рисунке 1 представлена схема электрической цепи с нелинейным сопротивлением $R(t)$, $L = \text{const}$, $E = \text{const}$. Найдем выражение для определения тока в цепи $i(t)$ при изменении сопротивления $R(t)$.

Запишем выражение по второму закону Кирхгофа.

$$L \frac{di(t)}{dt} + i(t) \cdot R(t) = E .$$

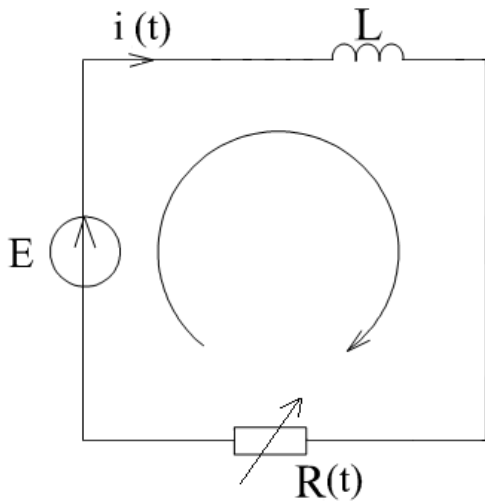


Рисунок 1 – Нелинейная электрическая цепь

Это выражение представляет собой линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка. Для решения уравнения используем метод вариации произвольной постоянной.

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{L} \cdot i(t) \cdot R(t) = \frac{E}{L} \quad (*)$$

Запишем соответствующее однородное дифференциальное уравнение.

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{L} \cdot i \cdot R(t) = 0;$$

Разделим переменные:

$$di = -\frac{1}{L} \cdot i \cdot R(t) dt;$$

$$\frac{di}{i} = -\frac{1}{L} \cdot R(t) dt.$$

Проинтегрируем полученное выражение

$$\int \frac{di}{i} = -\frac{1}{L} \int R(t) dt.$$

$$\ln|i| = -\frac{1}{L} \int R(t) dt + \ln C.$$

$$i = C \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt}.$$

Принимаем:

$$C = C(t).$$

Выражение для $i(t)$ будет иметь следующий вид:

$$i(t) = C(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt}.$$

Найдем производную тока по времени.

$$\frac{di(t)}{dt} = C'(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt} - \frac{R(t)}{L} \cdot C(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt}.$$

Подставим найденные выражения $i(t)$ и $\frac{di(t)}{dt}$ в

(*)

$$C'(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt} - \frac{R(t)}{L} \cdot C(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt} + \frac{R(t)}{L} \cdot C(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt} = \frac{E}{L}.$$

$$C'(t) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt} = \frac{E}{L}.$$

$$dC = \frac{E}{L} \cdot e^{\frac{1}{L} \int R(t) dt} dt.$$

$$C(t) = \frac{E}{L} \cdot \int e^{\frac{1}{L} \int R(t) dt} dt + C_1.$$

$$i(t) = \left(\frac{E}{L} \cdot \int e^{\frac{1}{L} \int R(t) dt} dt + C_1 \right) \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt}.$$

$$i(t) = \frac{E \cdot L}{L \cdot R(t)} \cdot e^{\frac{1}{L} \int R(t) dt} \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt} + C_1 \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt};$$

$$i(t) = \frac{E}{R(t)} + C_1 \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt}.$$

Определим постоянную интегрирования используя независимые начальные условия. В начальный момент времени ($t=0$) ток в цепи определяется сопротивлением R_0 , поэтому по первому закону

$$\text{коммутации} \quad i(-0) = i(+0) = \frac{E}{R_0}.$$

Следовательно:

$$\frac{E}{R_0} = \frac{E}{R(t)} + C_1.$$

$$C_1 = \frac{E}{R_0} - \frac{E}{R(t)} = -E \cdot \frac{R_0 - R(t)}{R_0 \cdot R(t)}.$$

Окончательно искомое выражение изменения тока в цепи при изменении сопротивления R имеет вид:

$$i(t) = \frac{E}{R(t)} - E \cdot \frac{R_0 - R(t)}{R_0 \cdot R(t)} \cdot e^{-\frac{1}{L} \int R(t) dt}.$$

Таким образом, было получено аналитическое выражение, позволяющее определить закономерность изменения во времени силы тока в цепи с индуктивностью и нелинейным сопротивлением. Напряжение на элементах цепи и мощность цепи определяются по известным

формулам, с учетом полученного выражения для силы тока.

ИСТОЧНИКИ

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для бакалавров / Л.А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 701 с. – Серия: Бакалавр. Углубленный курс.

2. Зевеке, Г.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1975. – 752 с. с ил.

3. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. – 6-е изд., стереотипное. – М.: Наука, 1969. – 736 с. с ил.

УДК 621.313. 33:62.192

О.Н. Чурляева, Д.П. Неструев

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация: Статья посвящена методам контроля за состоянием кабельных линий в сельском хозяйстве и повышению надежности их работы.

Ключевые слова: кабель, кабельная линия, изоляция, ёмкость, электрооборудование, надежность, эксплуатация.

Для оценки технического состояния силовых кабелей систем энергоснабжения объектов АПК используются:

а) метод контроля изоляции силового кабеля повышенным напряжением.

б) метод контроля изоляции силового кабеля мостовым методом.

в) метод контроля изоляции силового кабеля с помощью колебательного разряда.

Существенным недостатком всех этих методов неразрушающего контроля является отсутствие автоматизации измерительного процесса, что недопустимо по условиям надежности и безопасности функционирования оборудования на объектах АПК.

Поэтому, необходимо научно обосновать и разработать совершенно новые математические методы контроля за состоянием изоляции силового кабеля на объектах АПК.

Изоляция кабеля разделяется на фазную, между жилами, и поясную, между жилами и оболочкой. Жилы кабеля изготавливают из алюминия или меди.

Кабели на напряжение до 10 кВ включительно изготавливаются с секторными жилами, а на напряжение 20 кВ и выше – с круглыми жилами, обычно с отдельными экранами. Конструкция с секторными жилами обеспечивает более полное использование объема под металлической оболочкой, а круглые жилы с экранами служат для обеспечения равномерного радиально направленного электрического поля.

Ёмкость цилиндрического конденсатора (каким является электрический кабель в металлической оболочке) с радиусами электродов (внутреннего r и внешнего R) и длиной l :

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln \frac{R}{r}}$$

Т. е. емкость конденсатора данных геометрических размеров и формы прямо пропорциональна диэлектрической проницаемости ϵ диэлектрика.



Рисунок 1 - Конструкции силовых кабелей

В кабельной технике различают два вида емкости: рабочую емкость между токопроводящими жилами пары одинаковых по величине и противоположных по знаку потенциалах напряжения переменного тока на них и заземленных остальных токопроводящих жилах по отношению к земле.

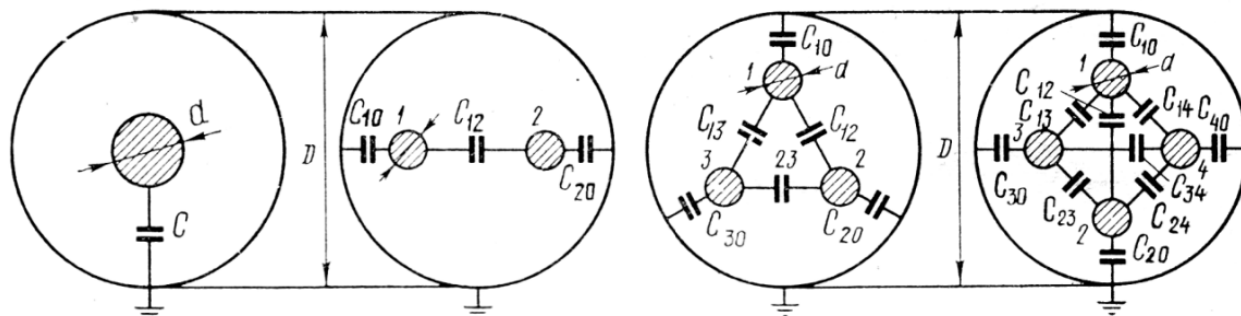


Рисунок 2 - Схема емкостей в кабелях:

$C_{10}, C_{20}, C_{30}, C_{40}$ – частичные ёмкости на землю;

$C_{12}, C_{13}, C_{23}, C_{24}, C_{34}$ – частичные ёмкости между жилами.

Рабочая емкость токопроводящей жилы трехжильного кабеля (мкФ/км):

$$C = \frac{0,048 \cdot \varepsilon}{\lg \frac{3a^2(D^2 - a^2)}{d^2(D^6 - a^2)}}$$

где ε – диэлектрическая проницаемость в зависимости от типа изоляции; a – расстояние между центрами жил кабеля, мм.

Емкость трехжильного кабеля с поясной изоляцией в общей металлической оболочке выражается через частичные емкости (рис.6). Вследствие симметрии токопроводящих жил $C_{10} = C_{20} = C_{30}$ и $C_{12} = C_{23} = C_{13}$ каждой токопроводящей жилы относительно двух других токопроводящих жил, соединенных оболочкой кабеля (мкФ/км): $C_1 = C_{10} + C_{12} + C_{13} = C_{10} + 2C_{13}$.

Емкость двух токопроводящих жил, соединенных вместе, относительно третьей, соединенной с оболочкой (мкФ/км): $C_{11} = C_{10} + C_{20} + C_{23} + C_{13} = 2(C_{10} + C_{13}) = 1,53C_1$.

Емкость всех трех токопроводящих жил соединенных вместе, относительно оболочки кабеля (мкФ/км): $C_{111} = C_{10} + C_{20} + C_{30} = 3C_{10} = 1,6C_1$.

Частичные емкости между двумя токопроводящими жилами $C_{12} = 0,23C$ и между жилой и оболочкой кабеля $C_{10} = 0,53C$.

В емкости с идеальным диэлектриком, т. е. диэлектриком без потерь, вектор тока I_C опережает вектор напряжения на 90° . В реальных диэлектриках угол между током, протекающим через емкость, и

напряжением меньше 90° за счет потерь, которые вызывают протекание активного тока I_A , совпадающего по фазе с напряжением.

Угол δ , дополняющий угол сдвига фаз между током и напряжением до 90° , называется углом диэлектрических потерь. Из векторной диаграммы тангенс этого угла равен отношению активного и реактивного токов $tg\delta = I_A/I_C$ или отношения активной мощности P к реактивной X_C : $tg\delta = P/X_C$.

В работе, измерение значения тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta$ дает представление о качестве изоляции, а характер изменения $tg\delta$ при периодических измерениях позволяет судить об ухудшении свойств изоляции.

Оценка состояния изоляции по значениям $tg\delta$ предусматривается правилами устройств электроустановок (ПУЭ) почти для всех видов изоляции. В некоторых случаях снимают зависимость $tg\delta$ от приложенного напряжения. У изоляции нормального качества значение $tg\delta$ и большинстве случаев остается практически неизменным.

Диэлектрические потери в изоляции кабеля выражаются формулой: $P = \omega CU^2 tg\delta$. Измерение $tg\delta$ при частоте 50 Гц является одним из наиболее распространенных методов контроля изоляции электрооборудования высокого напряжения, поскольку распределенные дефекты (увлажнение, газовые включения) вызывают увеличение диэлектрических потерь.

Тангенс угла диэлектрических потерь в условиях эксплуатации величина не постоянная. Основным фактором, влияющим на $tg\delta$ является температура. Эта зависимость может быть хорошо описана экспоненциальным законом:

$$tg\delta = tg\delta_0 \cdot \exp[\alpha(T - T_0)],$$

где $tg\delta_0$ тангенс угла диэлектрических потерь при температуре T_0 ; $tg\delta$ то же при температуре T ; α - постоянный коэффициент, характеризующий материал диэлектрика.

С помощью моделирования испытательной установки и двулучевого осциллографа можно определить угол сдвига фаз между током и напряжением и $tg\delta$.

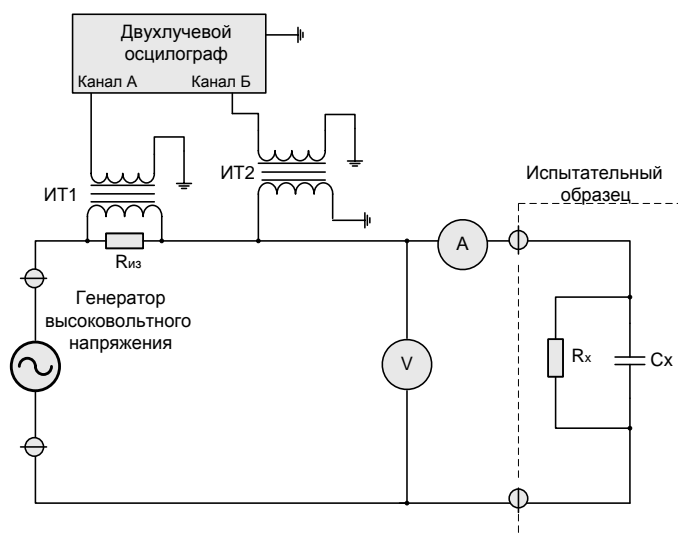


Рисунок 3 - Схема для измерения $tg\delta$

Результаты моделирования испытания изоляции силового кабеля показаны на рисунках 4 и 5.

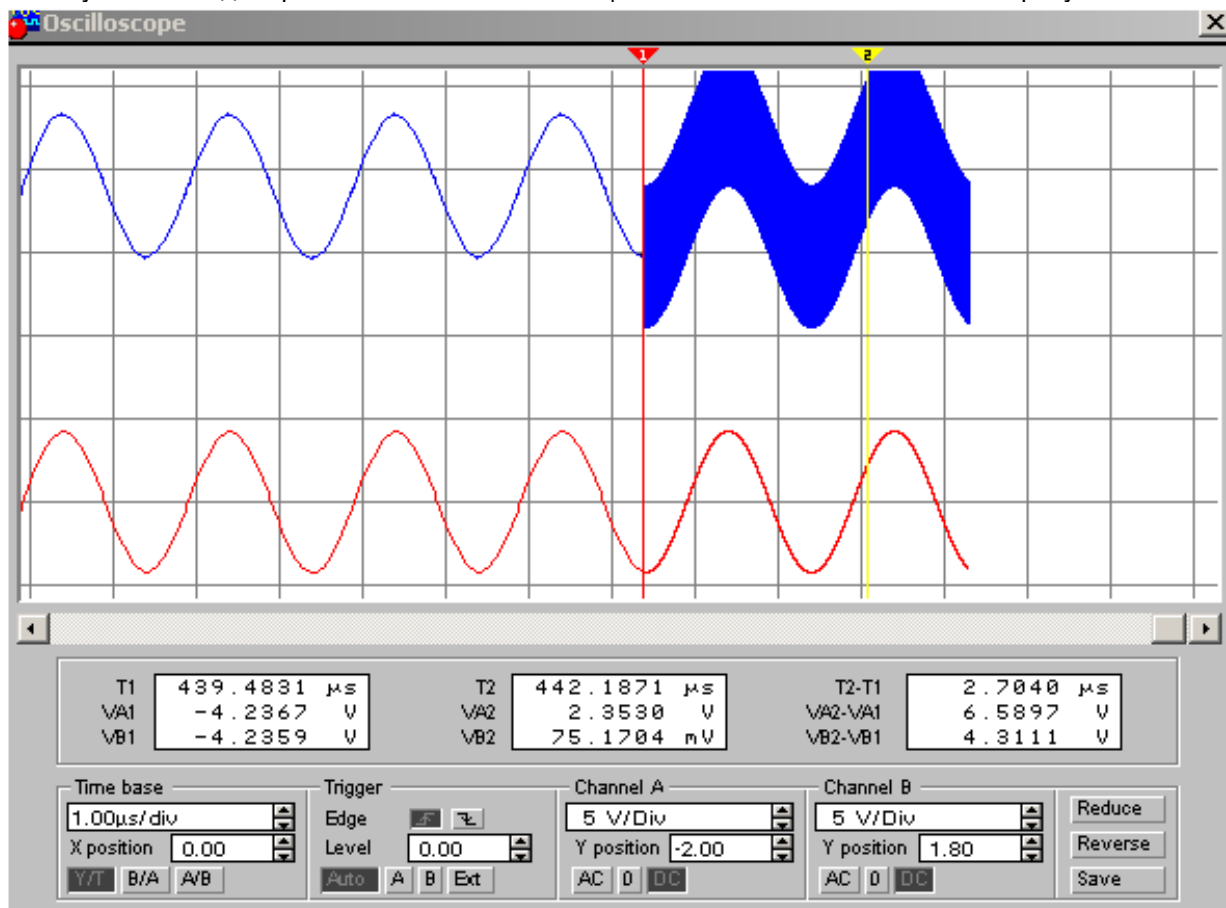


Рисунок 4. - Изоляция кабеля, которая соответствует техническим требованиям

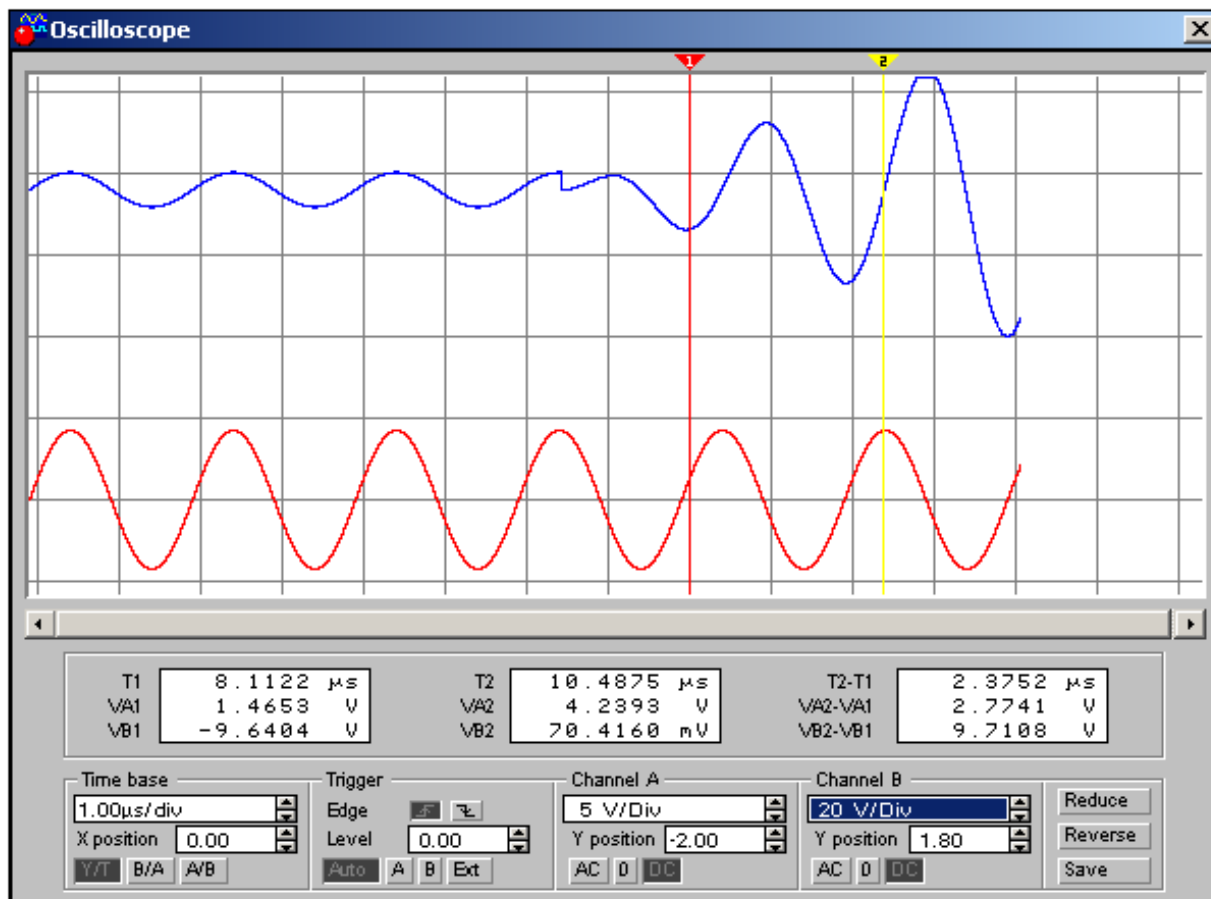


Рисунок 5 - Увлажненная изоляция кабеля

Предложенный метод позволяет автоматизировать измерительный процесс увлажнения изоляции кабельных линий, что позволит осуществлять непрерывный контроль и повысить уровень надежности функционирования оборудования на объектах АПК.

ИСТОЧНИКИ

1. Трушкин, В.А. Оценка надежности электрических систем в условиях эксплуатации. / В.А. Трушкин, А.А. Спиридонов, Ю.В. Иванкина // Аграрный научный журнал. – 2015. - № 5. - С. 55-58.

2. Левин, М.А. Влияние коэффициента нагрузки на надежность электродвигателей насосных станций. / М.А. Левин, Ю.В. Иванкина, О.Н. Чурляева // Научное обозрение. - 2015. - № 8. - С. 111-113.

3. Иванкина, Ю.В. Повышение надежности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве. / Ю.В. Иванкина, М.А. Левин, Д.Д. Акишин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А. - 2017. С. 93-96.

4. Спиридонов, А.А. Прогнозирование технического состояния электрооборудования. / А.А. Спиридонов, О.В. Логачёва // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Под редакцией Трушкина В.А. - 2016. - С. 222-223.

УДК 621.314

С.В. Шлюпиков, А.Г. Закамсов, Д.А. Мухамбетов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕЛЕВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Аннотация. В настоящее время популярность использования гелевых аккумуляторов существенно выросла. Значительное количество преимуществ этого типа батарей привело к использованию гелевых АКБ в устройствах различного типа. Гелевые аккумуляторы применяются на автомобильном и железнодорожном транспорте, в системах питания охранных и пожарных систем, для питания различных машин, а также оборудования.

Ключевые слова: гелевый аккумулятор, машины технологического транспорта, АКБ.

В отличие от привычных свинцово-кислотных аккумуляторов, в конструкции гелевого аккумулятора

используется не жидкий электролит, а специальный гель. Гель образуется путем введения специального стабилизатора в жидкий электролит. По причине того, что гель не испаряется и работает по замкнутому циклу внутри батареи их принято относить к категории необслуживаемых.

Особенности конструкции и технологических решений гелевого аккумулятора определяет отдельный список особенностей эксплуатации таких АКБ.

Считается, что гелевый аккумулятор не может кипеть – это ошибка. Гелевый аккумулятор может кипеть, но визуально это происходит несколько иначе. По причине того, что в гелевых АКБ электролит находится в состоянии геля, то сильного выделения газа на поверхности электролита наблюдать сложно. Однако, если нагрузка на гелевый АКБ выше номинальной, то процесс кипения аккумулятора начинается.

На первом этапе пузырьки газа образуются в местах контакта с металлическими пластинами. В отличие от АКБ с жидким электролитом, в этих аккумуляторах пузырьки сразу не могут подняться кверху, они начинают собираться в группы и разрастаться. При этом растет давление внутри гелевого аккумулятора. При превышении критического давления срабатывает защитный клапан, лишний газ вырывается наружу с характерным громким звуком. Для моделей гелевых АКБ без защитного газового клапана такая ситуация может закончиться взрывом. По этой причине необходимо следить за уровнем заряда АКБ и режимами заряда батареи.

Вторая отличительная особенность эксплуатации гелевых аккумуляторов – высокая чувствительность АКБ к нарушениям режимов заряда. Превышение силы тока заряда или превышение значения напряжения заряда приводит к быстрому выходу гелевых АКБ из строя. По этой причине для заряда гелевых аккумуляторов требуются специальные зарядные устройства, учитывающие особенности строения и режимов работы таких батарей. Как правило, такие зарядные устройства используют

многоступенчатый режим заряда аккумулятора. Рекомендуется для эффективного заряда, восстановления и тренировки гелевых аккумуляторов использовать специальные зарядные устройства, например, SKAT-UTTV, Blue Power Charger, СОЮЗ и др.

Третья отличительная особенность гелевых аккумуляторов – это возможность работы при низких температурах. При низких температурах гелевые аккумуляторы достаточно долго могут держать заряд. Однако возможность выдать сразу большой ток в условиях низких температур резко падает. Поэтому при работе с большими пусковыми токами следует использовать специальные устройства для подогрева аккумуляторных батарей.

Четвертая отличительная особенность гелевых аккумуляторов – это возможность работы длительное время, большой срок эксплуатации, возможность осуществлять большое число циклов заряда и разряда. Чтобы гелевый аккумулятор прослужил длительное время необходимо содержать его в полной чистоте, и своевременно осуществлять тренировку аккумулятора. Для тренировки можно использовать принудительный разряд АКБ путем принудительного включения нагрузки или применять специальное оборудование за тренировки АКБ.

Пятая отличительная особенность гелевых аккумуляторов – это высокая чувствительность к короткому замыканию. Даже очень небольшое короткое замыкание может полностью вывести гелевый аккумулятор из строя. Поэтому при использовании таких АКБ необходимо осуществлять надежную защиту аккумулятора от короткого замыкания. В случае использования гелевых аккумуляторов в системах бесперебойного питания, то они должны иметь эффективную электронную защиту от короткого замыкания в цепи.

Главным фактором, сдерживающим широкое распространение гелевых АКБ, является их высокая стоимость.

УДК 621.313.282

Ф.Р. Яньюлдашев, Р.С. Аипов

ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г.Уфа

ЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД РЕЗОНАНСНОГО МАНИПУЛЯТОРА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ РАБОТАЮЩИЙ В СТАРТ – СТОПНОМ РЕЖИМЕ

рекуперацией механической энергии применением упругих элементов.

Аннотация: В статье рассматривается электропривод для манипуляционных систем на базе плоского двухстороннего линейного асинхронного двигателя работающего в старт-стопном режиме с

Ключевые слова: линейный асинхронный двигатель, электропривод, старт-стопный режим, резонансной манипулятор, рекуперация энергии, динамическая система

Введение

На машиностроительных предприятиях АПК широко используются резонансные манипуляторы обладающие большим быстродействием и высокими энергетическими характеристиками [1]. Слабым местом применяемых резонансных манипуляторов является пневматический привод, который ограничивает возможности их применения. Из-за сложности конструкции внедрение плоского одностороннего линейного асинхронного двигателя (ЛАД) в привод вместо пневматического не состоялось [2]. Продолжая исследования в направлении совершенствования приводов резонансных манипуляторов рассмотрим линейный электропривод на базе двустороннего ЛАД с рекуперацией энергии работающий в старт – стопном режиме.

Направление исследования.

Резонансный манипулятор работает в старт – стопном режиме: имеет возможность выстоя в зонах

А и В и последующего перемещения между ними. На рисунке 1 показан возможный вариант технологической машины с двустороннем ЛАД в приводе.

После выстоя, например, в зоне А, фиксатор 1 по команде датчика положения ДП1 расцепляется. Под действием деформированных упругих элементов 3 и 4 подвижных элемент 5 (ротор ЛАД) манипулятора с грузом (механической рукой) 6 перемещается вправо. Одновременно датчик положения ДП1 кратковременно подключает через тиристорный коммутатор (не показан) статор 7 ЛАД к источнику питания. Под действием импульса силы ЛАД подвижный элемент ускоряется синхронно с грузом[3].

Потенциальная энергия упругих элементов и импульса силы ЛАД преобразуется в кинетическую энергию подвижной части технологической машины.

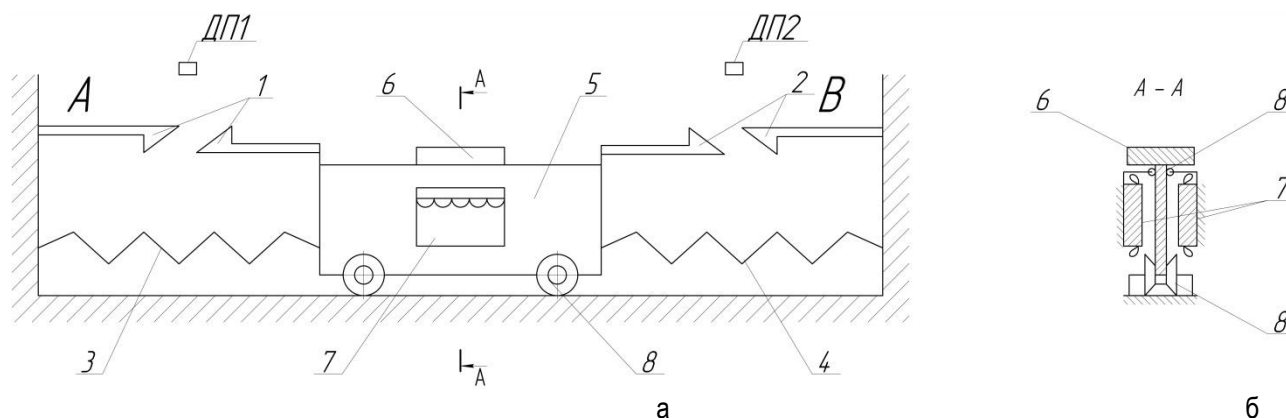


Рисунок 1. Резонансный манипулятор с двусторонним ЛАД в приводе:

а – вид сбоку; б – разрез А – А. 1 и 2 – фиксирующие защёлки; 3 и 4 – упругие накопители механической энергии; 5 – ротор ЛАД; 6 – перемещаемый груз; 7 – статоры ЛАД; 8 – направляющие ролики ротора; ДП1 и ДП2 – датчики положения

После прохода среднего положения кинетическая энергия подвижной части преобразуется в потенциальную энергию упругих элементов 3 и 4, вследствие чего подвижный элемент 6 затормаживается. Вблизи датчика положения ДП2 коммутатор кратковременно включает ЛАД к источнику питания с другим порядком чередования фаз. Под действием силы ЛАД ротор 5 тормозится. Пружина 4 сжимается звеном 5 до предела и фиксатором 2 фиксируется в крайнем правом положении.

Импульса силы ЛАД ускорения и торможения исключают осуществление колебания подвижного элемента манипулятора в крайних положениях, а разница импульсов сил ускорения и торможения определяют величину энергии, передаваемой в колебательную систему для восполнения потерь. Далее, после того, как фиксатор 2 освобождается,

ротор 5 с рукой манипулятора аналогично перемещается влево. Длительность и величина импульса силы ЛАД определяется наличием или отсутствием объекта манипулирования, а также конструктивными параметрами манипулятора.

Статор ЛАД привода выполнен из двух индукторов [5] расположенных с двух сторон ротора. Ротор представляет собой алюминиевый или медный лист установленный на подшипниковых узлах 8, что позволяет перемещаться между индукторами статора из зоны А и В или наоборот с минимумом энергетических затрат на преодоление трение.

Для резонансной настройки динамической системы (выбор параметров упругих элементов и ЛАД) работающий в старт – стопном режиме предлагается провести исследование методом гармонического баланса [6]. При этом можно рассматривать две резонансные модулирующие

системы [7]. Переход от одной модулирующей системы к другой определяется тем, что в крайних точках кинетическая энергия системы равна нулю. Сшивание решений будет сводиться к равенству амплитудных значений. Отметим при этом, что частота прямого и обратного хода руки манипулятора могут быть различными.

Для проверки работоспособности технического решения разработана экспериментальная установка, которая включает в себя ЛАД с двухсторонним индуктором У2-БЗБ.10.00.000-01 (изготовитель ООО «Ставропольский электромеханический завод») габариты – 105x205x45 мм³; ротор – алюминиевая шина с габаритами 435x145x5 мм³; тиристорный коммутатор на базе логического контроллера ОВЕН ПЛК 100; фотоэлектрического датчика положения «Gefran» LT-M-0500-s [4]. Установка оснащена современной контрольно-измерительной аппаратурой с многоканальной регистрацией результатов измерений и их математической обработкой на ЭВМ, базирующихся на современных программных продуктах.

В настоящее время проводятся лабораторные испытания резонансного манипулятора.

Заключение

1. Предложен линейный электропривод для резонансного манипулятора с рекуперацией механической энергии в старт – стопном режиме на базе двустороннего ЛАД;
2. Предложена методика анализа резонансной динамической системы с периодически меняющимся грузом.
3. Создана экспериментальная установка резонансного манипулятора с линейным электроприводом.

ИСТОЧНИКИ

1. Акинфиев Т.С. Резонансные манипуляционные системы с электроприводом // Машиноведение, 1983, - 6, - С. 18-23.
2. Патент на изобретение № 157 0892. Резонансный привод промышленного работа / Кривовяз А.Л. Опубл. 15.06.90.
3. Аипов Р.С. Резонансный манипулятор с линейным асинхронным двигателем в приводе : в сборнике:

УДК 621.384.3

А.С. Яшкин, В.М. Попов, В.А. Афонькина

Южно-Уральский Государственный аграрный университет, г. Троицк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ В ШАХТНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ

Аннотация. Рассмотрена кинетика сушки, рассмотрены этапы двухстадийной сушки. Цель исследования – снижение энергозатрат и повышение качества материала в процессе сушки.

Ключевые слова: Сушка, шахтная зерносушилка, ИК-излучение, пленочный электронагреватель.

Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Межвузовский сборник научных трудов / Р.С. Аипов, М.З. Нафиков, Ф.Р. Яньюлдашев. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский Государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 276-280.

4. Линенко А.В. Принципы построения и расчет линейных асинхронных электроприводов сложного колебательного движения для технологических машин АПК / А.В. Линенко, Т.И. Камалов, М.Ф. Туктаров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2015. – №3, т.11. – С. 44-49.

5. Веселовский О.Н. линейный асинхронные двигатели / О.Н. Веселовский, А.Ю. Коняев, Ф.Н. Сарапулов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 256 с.

6. Бессекрский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического рекуперования. – М.: Наука, 1960. – 992 с.

7. Аипов Р.С. Основные построение и теории линейных асинхронных приводов с упругими накопителями энергии // Монография. – Уфа: БГАУ, 2006. – 295 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аипов Рустам Сагитович, доктор технических наук, профессор кафедры электрических машин и электрооборудования, энергетический факультет, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, aipovrs@mail.ru

Яньюлдашев Филус Рифович, аспирант кафедры электрических машин и электрооборудования, энергетический факультет, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, felics.85.85@mail.ru

Author's personal details

Aipov Rustam Sagitovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Electric Machinery and Electrical Equipment Chair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», aipovrs@mail.ru.

Yan'yuldashev Filus Rifovich, graduate student, Head of Electric Machinery and Electrical Equipment Chair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», felics.85.85@mail.ru

Самым потребляемым видом зернобобовых культур является пшеница. Её используют для производства муки, каш, макаронных изделий и других видов пищевых продуктов не только для человека, но и для животных. Поэтому с каждым годом ученые и агрономы нашей страны разрабатывают новые сорта пшеницы, новые технологии посева и уборки, новые способы внесения удобрения и полива полей, новые виды удобрений. Все новые разработки нацелены на повышение урожая и качества зерна. Благодаря этому в 2017 году в Российской Федерации было собрано рекордное количество пшеницы – 134,1 млн. тонн [1]. Это на 11,2 % больше чем в 2016 году.

После уборки самое главное сохранить урожай. Для этого собранное зерно сушат [2,3]. Изменение средних показателей влажности и температуры в процессе сушки называется кинетикой сушки. Кинетика сушки рассматривает процесс взаимодействия сушильного агента с материалом не зависимо от времени, а также закономерность протекания процесса во времени. Дальнейшее подробное исследование кинетики сушки позволит производить сушку материала с минимальными затратами энергоресурсов и в конечном итоге повысить качество перерабатываемого продукта.

Процесс сушки удаляет лишнее количество влаги и значительно повышает срок хранения зерна. В начале процесса сушки, как видно на графике (рисунок 1), высушиваемый материал нагревается от первоначальной температуры (t_n) до температуры мокрого термометра (t_m), которая сопоставлена температуре и влажности подаваемого в сушильную камеру сушильного агента (участок ab). На отрезке bc температура высушиваемого материала остается постоянной, и равна температуре мокрого термометра. На данном участке температура остается неизменной пока из высушиваемого материала не удалиться вся свободная влага. На отрезке cd наблюдается постепенное увеличение температуры высушиваемого агента.

На отрезке AB видно, что при прогревании материала скорость удаления влаги относительно небольшая (кривая $\omega = f(\tau)$). Далее на отрезке BC наблюдается значительное удаление свободной влаги, которая покрывает поверхность материала. Данный отрезок называется первым периодом сушки. Далее следует так называемый второй период сушки. На данном этапе происходит удаление связанной влаги. Точка C , называется критической точкой, которая разделяет первый и второй периоды сушки, влажность высушиваемого материала соответствующая этой точки называется первой критической влажностью. Окончательная влажность материала (точка D) описывает его равновесную влажность при данных условиях процесса сушки [4].

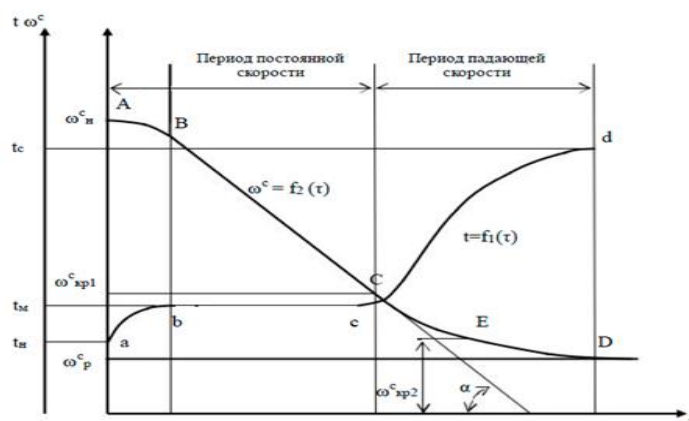


Рисунок 1 – Кривая сушки и прогрева высушиваемого материала

В настоящее время существует большое количество сушилок, которые имеют различия по конструктивному исполнению, производительности, способу сушки, технологии сушки и т.д. Для примера рассмотрим две шахтные сушильные установки «С-10 оптимум», компании «АгроПромТехника» [4], и сушильную установку «СДК-10» разработанную НТЦ «АгроЭСБ». Выбранные для сравнения сушилки имеют одинаковую производительность 10 т/ч. Самым важным различием является расход условного топлива. У сушильной установки «С-10 оптимум» расход условного топлива равен 1,3 м³/ч на пл.т./%, а у сушилки «СДК-10» расход условного топлива равен 1,1 м³/ч на пл.т./%.

Нашей целью является снижение энергозатрат на процесс сушки и повышения качества высушиваемого материала путем внедрения инфракрасного нагрева. Эксперимент по внедрению ИК-излучателей [6] планируется проводить на базе сушильной установки «СДК-10» (рисунок 2).

Сушилка «СДК-10» имеет технологию двухстадийной сушки. Она имеет зону предварительного нагрева 1, зону отлежки 2, зону досушки 3 и зону охлаждения 4. Зерно поступает в зону предварительного нагрева, включается теплогенератор, зерно начинается прогреваться. После достижения установленной температуры включается верхнее разгрузочное устройство и зерно заполняет зону досушки и зону отлежки. В зоне досушки влажность зерна достигает нужного процентного соотношения, включается нижнее разгрузочное устройство. Высушенное зерно удаляется из сушилки. Сушильная установка переходит в режим непрерывной сушки. Нами предлагается установить пленочные инфракрасные электронагреватели, которые показали отличные результаты при сушки семян рапса, макаронных изделий и других видов материалов. Использование ИК-излучателей в процессе сушки позволяют снизить энергопотребление до 30 % [7, 8, 9, 10, 11]. Пленочные электронагреватели планируется установить в зоне

досушки, под загнутые части коробов, и разработать технологию сушки с применением в данной сушилке инфракрасного нагрева с регулировкой обдува, то есть подобрать такое соотношение двух

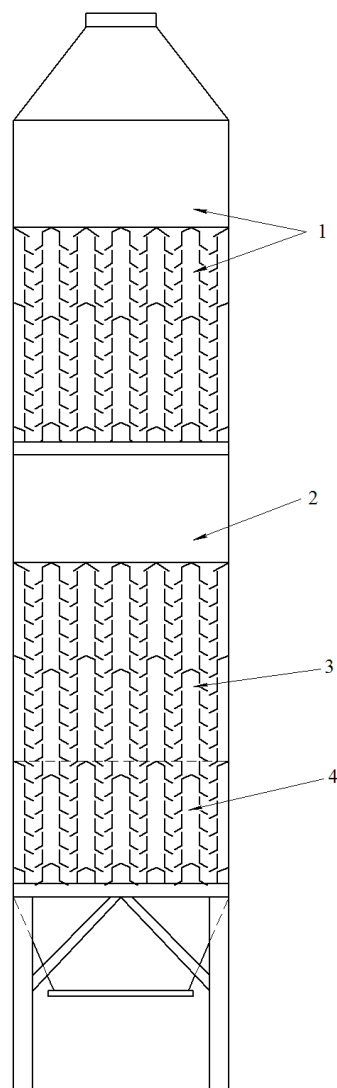


Рисунок 2 – Сушилка «СДК-10»

видов нагрева чтобы получить наименьшие энергозатраты на процесс сушки.

Модернизированная сушильная установка «СДК-10» является технологичным и современным решением для агрокомплексов России. Наличие у нее ИК-излучателей в зоне досушки позволит более точно регулировать процесс сушки, а интегрированная система автоматики исключит возможность пересушивания зерна, что значительно повлияет на количество затраченной энергии на процесс сушки.

Принимая во внимание выше перечисленные аспекты сушильная установка «СДК-10» с ИК излучателями будет новым технологическим решением по снижению энергозатрат и повышению качества высушиваемого семенного материала на отечественном рынке.

ИСТОЧНИКИ

1. <http://tass.ru/ekonomika/4867061>
2. Вобликов Е. М. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С. Прокопец. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 240 с.
3. Манжосов В.И. Технология хранения растениеводческой продукции / В.И. Манжосов. – М.: КолоС, 2005. – 392 с.
4. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 472с
5. <http://www.agropromtehnika.ru/products/zernosyshilki-shahtnye/s-30/>
6. Полевой Б.Г., Попов В.М. Патент 100353 RU H05B 3/36 «Пленочный электронагреватель» – №2010115793, заявленный 20.04.2010, опубликованный 10.12.2010. Бюл. №34.
7. Попов В.М. Теоретическое обоснование конструктивных параметров инфракрасной установки для сушки семян овощных культур с целью энергосбережения / В.М. Попов, В.А. Афонькина, А.И. Баранова // АПК России. – 2017. Том 24. – С. 503-507.
8. Попов В.М. Разработка энергосберегающих режимов сушки семян овощных культур с применением электронагревателей пленочных / В.М. Попов, В.А. Афонькина, А.И. Баранова // Энергетика – агропромышленному комплексу России. 2017. – С. 140-143.
9. Левинский В.Н. Разработка сушильной установки высоковлажного биологического сырья с применением пленочных электронагревателей / В.Н. Левинский, В.М. Попов, В.А. Афонькина // Материалы научно-практической конференции в рамках XXVI международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2016». Часть III. Уфа. 2016. – С. 34–39.
10. Попов В.М. К вопросу об инфракрасной сушки томатов / В.М. Попов, В.А. Афонькина, В.Н. Левинский // Материалы LV международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». Часть III. Челябинск. 2016. – С. 267-274.
11. Афонькина В.А. К вопросу управления процессом комбинированной сушки зерна / В.А. Афонькина, В.Г. Захататов, В.И. Майоров, В.М. Попов // Вестник Мордовского университета. 2016. Том 26. – С. 32-39.

СОДЕРЖАНИЕ

Р.С. Аипов, Д.Е. Валишин, Е.И. Мухортова СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКВАЖИННЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ И ПЛУНЖЕРНЫХ С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ.....	3
Н.А. Артемов, Д.А. Дебелый, С.А. Иванов, С.А. Лаврентьев СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ КОРМОВ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ.....	4
Б.Д. Асанов, В.А. Каргин, А.В. Волгин СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ КОНТРОЛЛЕРОВ ПРИВОДОВ С ЛЭМД.....	6
Е.О.Афоница МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ БИОГАЗА ПЕРЕД ЕГО ПОДМЕШИВАНИЕМ В СЕТЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	8
А.М. Бабенков, М.А.Левин АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА	9
С.М. Бакиров, Г.С. Котюшко, А.В. Чернов ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ.....	10
А.А. Барцев СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДОГРЕВОМ ВОДЫ.....	12
А.А. Барцев СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УВЛАЖНЕНИЯ КОРМА ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ.....	14
А.В. Бобрышев АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ СТАБИЛИЗАЦИИ ОБОРОТОВ ВРАЩЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА	16
В.А. Буторин, А.М. Карпенин ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	18
В.А. Буторин, Ю.И.Ошуркова ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.....	20
Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	21
С.В. Вендин РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕДПОСЕВНОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН	23
Ю.А. Возжанникова, А.С. Ижевский СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОСКИХ И ВАКУУМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ И КОНСТРУКТИВНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ.....	25
А.В. Волгин А.В. Е.А. Четвериков Е.А. А.Е. Шестаев РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОВОДИМОСТИ ПЛОДОВ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ	27
А.В. Волгин, Е.А. Четвериков, А.Е. Шестаев ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ЗЕРНА МИКРОВОЛНОВЫМ ПОЛЕМ.....	29
В.С. Воякин, С.Н. Воякин ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	30
Е.А.Галактионов СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	32

В.С. Галушак, К.Н.Бахтиаров, А.М.Донченко, С.В.Хавроничев ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА НА СЕЛЕ.....	34
В.В. Головинов, И.И. Малахов ПРИМЕНЕНИЕ РАССТРОЕННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	35
Д.А. Дебелый, А.П. Мусеев, С.А. Лаврентьев, Д.Е. Унаев УСТРОЙСТВО ПЕРЕДАЧИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СХЕМЕ «ЛЭМД-ШТОК-ПУАНСОН»	36
А.С. Доронин РОЛЬ ИНВЕСТИЦИЙ В РАЗВИТИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ	37
Д.У. Егезубаев, К.К. Түлегенов РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ.....	39
И. В. Заболотько, М.А. Левин ОБОРУДОВАНИЕ ПОДОГРЕВА ВОДЫ В КОРОВНИКЕ ДЛЯ ПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ.	40
И. В. Заболотько ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПОИЛОК В КОРОВНИКЕ ДЛЯ ПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ	42
Л.С. Зимин, А.С. Леоненко ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ.....	43
Е.С. Зудин, В.М. Попов, В.А. Афонькина ИНФРАКРАСНАЯ СУШКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	44
Ю.В.Иванкина, Д.П. Неструев ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	46
В.А. Иванов, А.С. Должикова ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ	49
З.И. Иванова, Е.С. Антошина ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ЛИЧНОСТНОЙ ПАРАДИГМЫ.....	50
З.И. Иванова, Е.С. Антошина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА ИНТЕГРАЛИЗМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ	51
Е.А. Калашников, И.Г. Христочева ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ В АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ.....	52
Т.В. Карпыхина, В.Н. Ковальногов, М.С. Бояркин МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ДИФфуЗИИ ЖИДКОСТИ И ГАЗОВ В КАПИЛЛЯРНО- ПОРИСТЫХ ТЕЛАХ	56
Ю.А. Комарова, Ю.И. Рахимова АНАЛИЗ РАБОТЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ.....	57
В.А. Каргин, О.В. Логачёва, С.С. Лёвин ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ЛИНЕЙНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ КЛИПСОВАНИЯ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	58
В.В. Клейменов, В.В.Васильчиков МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ КОРПУСА ЭЛЕКТРОДНОГО ПАРОГЕНЕРАТОРА	61
К.А. Глухов КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В ТЕПЛИЦЕ.....	63

С.В. Килин НАПРЯВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	65
В.В. Коваленко, Степанов С.Ф., Нарежина П.А. РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ.....	66
Н.К. Катаева МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЗАЩИТНО-ОТКЛЮЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 КВ.....	67
Н.К. Катаева ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ АПК	69
В.А. Кожухов, Н.Б. Михеева, А.В. Себин ПИРОЛИЗНЫЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР НА СОЛОМЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ	70
В.А. Кожухов, Н.Б. Михеева, В.Ю. Ушкалов ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЗЕРНОСУШИЛКА ДЛЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	74
Л.П. Костюченко, Д.А. Озов РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	76
К.Т. Кунтлевова, С.Т. Кунтлевова ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ	79
В. А. Кузнецов, В. А. Одрүзова ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА.....	80
А.В. Кузнецов, Ю.П. Юренков, И.Г. Лапин МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКОГРАНИЧИВАЮЩИХ СВОЙСТВ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ.....	83
А.В. Кузнецов, Д.А. Ребровская УТОЧНЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	85
М.М. Лавренчук, Д.Е. Шевилов ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ЭНЕРГИЙ	87
М.А. Левин, А.Д. Драгун ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКТУАЛИЗАЦИИ ТРУДОЕМКОСТИ ГПП.....	88
М.А. Левин, О.Н. Чурляева, А.В. Иванов ВЫБОР ТИПА ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	90
В.Н. Левинский, В.М. Попов, В.А. Афонькина, В.И. Майоров ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ЧАЙНОГО СБОРА ИЗ ИВАН-ЧАЯ.....	91
Т.С. Ливанова, С.Н. Коновалов РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТОЧНОГО КОГЕРЕНТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ ПЛАНЕТАРНЫХ РЕДУКТОРОВ	94
О.В. Логачёва, В.А. Каргин, А.Г. Закамсков ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ЛИНЕЙНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА В ПРИВОДЕ ШПРИЦЕВАТЕЛЯ КОЛБАСНОГО ФАРША.....	95
И.Ю. Лошкарев, А.Н. Кондрашов ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ ТЕРМООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ КАМЕРЫ ПО ТЕПЛОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ	98

И.Ю. Лошкареев, Р.В. Жумашеев, Д.С. Куртмамбетов ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ БЛОКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПУСКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА.....	101
И.Ю. Лошкареев, А.Я. Аберясьев, В.И. Лошкареев ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СВЕТОАЭРАТОРА В СИСТЕМУ ВЕНТИЛЯЦИИ КОРОВНИКА	104
И.Ю. Лошкареев, И.В. Шестаков, О.В. Малецкий, В.И. Лошкареев, Д.С. Куртмамбетов ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ОСВЕЩЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ	106
И.Ю. Лошкареев И.Ю., В.М. Наход, А.Я. Аберясьев ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ В ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ	109
И.Ю. Лошкареев, Д.В. Одрүзов ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА КАК МЕТОД ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	110
И.Ю. Лошкареев, Д.В. Одрүзов ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ	112
И.Ю. Лошкареев, Р.В. Жумашеев, Д.С. Куртмамбетов ВЫБОР РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	116
И.Ю. Лошкареев, В.М. Наход, А.Я. Аберясьев МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ.....	117
И.Ю. Лошкареев, О.Ю. Криволапова ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ КОРМОДРОБИЛОК	120
И.Ю. Лошкареев, А.Н. Кондрашов СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ	123
И.Ю. Лошкареев И.Ю., А.Я. Аберясьев, В.М. Наход ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ТЕПЛА	125
И.Ю. Лошкареев, О.Ю. Криволапова ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ	127
И.Ю. Лошкареев, Д.С. Куртмамбетов ВАРИАНТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА	129
Л.А. Лягина, Е.В. Богомолов КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ДОСУШИВАНИЯ ПРЕССОВАННОЙ В РУЛОНЫ ТРАВЫ	131
Л.А. Лягина, С.В. Кондаков СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	132
Л.А. Лягина, С.В. Кондаков КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	133
А.Кh. Massad, В.А. Каргин, А.П. Мусеев, С.А. Иванов АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ШПРИЦЕВАТЕЛЯ КОЛБАСНОГО ФАРША	135
Н.А. Мазуха, Д.Н. Афоничев ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУЛЬТА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ	138
Ю.А. Макаричев, А.С. Анүфриев АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОУСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ	140
В.А. Максүта АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	141

А.М.Марадудин, В.А.Каргин, А.В.Перетягко, А.А.Леонтьев МЕТОДИКА ПОДБОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЛЭМД.....	144
В.А. Милюткин, С.А. Толпекин, И.В. Бородулин, Е.А. Азарков ПОТРЕБНОСТИ АКП В ЭНЕРГОРЕСУРСАХ, ВОЗМОЖНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	146
А.Н. Митин, М.А. Левин ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	149
А.Н.Митин, М.А.Левин ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ ДО И ПОСЛЕ ПРИБОРА УЧЕТА	150
А.П. Моисеев, А.В. Волгин, В.А. Каргин, Н.А. Артемов РЕВЕРСИВНЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ ШАГОВЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ПРИВОДА КОНВЕЙЕРОВ	151
Н.Ю. Мошонкин, С.В. Молот РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В РОССИИ.....	153
А.М. Муратова, Д.Е. Унаев РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ.....	154
А.М. Мухомолов, Л.А. Садыкова РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ.....	157
Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ОЗОНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АКП	159
Н.В. Нестерова, В.А. Суровцев ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ В РОССИИ.....	161
А.В. Обухова, Н.Н. Клочкова, Ю.В. Обухова ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ.....	163
А.П. Осташенков ГЕЛИОСУШИЛКА ДЛЯ ПОЛЕВОЙ СУШКИ ТОРФА.....	164
Д.Е. Пашегиоров, А.С. Ижевский АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ.....	165
Е.В. Певчева, В.И. Доманов АНАЛИЗ СЕЗОННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ТЕПЛИЧНЫМ КОМБИНАТОМ	166
А. Ю. Плешакова, В. Б. Файн, Р.В. Банин, С.А. Иванова, В.А. Захаров ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАМЕНЫ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА СВЕТОДИОДНОЕ (НА ПРИМЕРЕ ВУЗА)	168
А.Н. Проценко, А.В. Танаев ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ ПРИ ЗАКАЛКЕ ШАРОВ ПОДШИПНИКОВ	172
Д.И. Редкозубов, В.В. Соловьёв, В.И. Редкозубов АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ.....	176
К.Г.Рябченко АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОДСТАНЦИЯМИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ.....	178
А.В. Руднев ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ.....	179

Л.А. Садыкова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	182
Л.Д. Сафина ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ КОНТЕЙНЕРНОГО САДА.....	185
Ю.О. Сахарова, В.В. Головинов ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В КРУН 6-10 КВ.....	186
В.Д.Светлов, Н. В. Ищук АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНОГО РЕЗЕРВА СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	188
С.В. Светличный ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХТАРИФНОГО СЧЕТЧИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ	190
А.Д. Сидоров, Н.В.Зубова СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ	193
Р.С.Сингатулин, А.В. Сапрыка, П.В.Рощубкин АНАЛИЗ СТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ЦИФРОВОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В КАЧЕСТВЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	194
С.Ф. Степанов, В.В. Коваленко, А.С. Должикова СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВУЛКАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	197
Л.П. Стрекалова, Т.Е. Попова, В.В. Резниченко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР	199
С.Д. Стрекалов, Л.П. Стрекалова К ОБЪЯСНЕНИЮ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ВЕТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВОЛНОВОГО ТИПА	200
С.Д. Стрекало, Л.П. Стрекалов, Г.Н. Синева К ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ ВОЛНОВОГО ТИПА	202
В.В. Соловьев МИКРОКЛИМАТ В ТЕПЛИЦЕ	204
С.В. Соловьёв МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	207
М.Н. Суворов АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: СОСТОЯНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ	208
В. А. Трушкин, С.М. Бакиров, С. С. Елисеев АНАЛИЗ ТРАНСПОРТИРОВКИ УРОЖАЯ В ТЕПЛИЦАХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА.....	211
В.А. Трушкин, Р.В. Козичев ОБЗОР УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ПОГРУЖНЫМИ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫМИ УСТАНОВКАМИ ...	212
В.А. Трушкин, С.В. Шлюпиков, И.А. Кичатов, С.А. Стружко ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ СИЛИКАГЕЛЯ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	214
А.Е. Түлбаев, Л.А. Садыкова ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	217
М.Ф. Туктаров., С.В. Фелелова., В.Г. Байназаров, Д.Р.Ушанова ЛИНЕЙНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ КАК ОДИН ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ.....	219

О. С. Турчанин, Ю. А. Коваленко, В. А. Шебетеев К ПРОБЛЕМАМ ФАКТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗНОШЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	221
Б.Э.Хайриддинов, Ф.А.Намазов, Э.Исмаилов, У.Р.Ходжаева ПРОЦЕСС ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СУБСТРАТНОМ СЛОЕ ПОДПОЧВЕННОГО АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛА С ПЕРЕМЕННЫМИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ПРИ ЗАДАННЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ ВОЗДУХА В ГЕЛИОТЕПЛИЦАХ	223
И.Г. Христочева, Е.А. Калашников АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ	230
О.В. Цыликов, Ю.П. Свиридов О РАБОТЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ЗАТЕНЕНИИ	233
М.А.Чепкасова, Т.А.Широбокова СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ..	235
О.Н. Чурляева МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ	237
О.Н. Чурляева, Д.П. Неструев МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	239
С.В. Шлюпиков, А.Г. Закамсков, Д.А. Мухамбетов ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕЛЕВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ	242
Ф.Р. Яньюлдашев, Р.С. Аипов ЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД РЕЗОНАНСНОГО МАНИПУЛЯТОРА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ РАБОТАЮЩИЙ В СТАРТ – СТОПНОМ РЕЖИМЕ	243
А.С. Яшкин, В.М. Попов, В.А. Афонькина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ В ШАХТНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ	245

Научное издание

**Актуальные проблемы энергетики АПК:
материалы IX международной научно-практической
конференции**

Компьютерная верстка М.В. Муравьевой

Сдано в набор 27.04.18. Подписано в печать 30.04.18.
Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Печ. л. 27,33 Уч.-изд. л. 19,81. Тираж 500.

ООО «ЦЕНТР СОЦИАЛЬНЫХ АГРОИННОВАЦИЙ СГАУ»
Отпечатано с электронных носителей издательства