

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Материалы  
всероссийской научно-практической конференции  
(Благовещенск, 19 апреля 2017 г.)

Том 2  
Актуальные проблемы в энергетике

Благовещенск  
Издательство Дальневосточного ГАУ  
2017

УДК 378  
ББК 74

Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России : матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 апр. 2017 г.). В 8 т. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ. – Т. 2. Актуальные проблемы в энергетике. – 43 [1] с.

Оргкомитет конференции:

Герасимович А.И., председатель совета молодых ученых и специалистов;  
Енина Д.В., канд. экон. наук, руководитель студенческого исследовательского бюро;  
Выскварка Г.С., ст. преподаватель кафедры технологии переработки продукции растениеводства;  
Калинин А.В., ст. преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники;  
Науменко А.В., канд. с.-х. наук, доцент кафедры экологии, почвоведения и агрохимии;  
Маркин Д.А., аспирант факультета механизации сельского хозяйства;  
Таразанова И.С., аспирант факультета агрономии и экологии;  
Школьников П.Н., ассистент кафедры строительного производства и инженерных конструкций

Печатается по решению организационного комитета.

ISBN 978-5-9642-0357-5 (т. 2)  
ISBN 978-5-9642-0355-1

Издательство Дальневосточного ГАУ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО, ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В АПК <i>Волков В.А.</i> .....	4
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС RAPID SCADA <i>Дацьк С.М.</i> .....	6
К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОДРОБИЛКИ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ <i>Денисенко Д.В.</i> .....	7
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В КОРОВНИКЕ <i>Коломиец М.М.</i> .....	10
ЭНЕРГИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ <i>Котовсков В.А., Пилоян А.А.</i> .....	13
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПО ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ <i>Меский Е.О.</i> .....	15
ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ <i>Нестеренко Д.Н.</i> .....	20
ВЫБОР ТИПА ГИДРОТУРБИН ДЛЯ ДЕРИВАЦИОННОЙ ГЭС В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Попов А.А.</i> .....	23
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ <i>Приходченко С.А.</i> .....	25
ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РАЙОНА ПРОЕКТИРУЕМОЙ ПОДСТАНЦИИ «КС-7» <i>Рудакова А.П.</i> .....	28
ЭНЕРГИЯ ВЕТРА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Тамбовцев Н.Ю.</i> .....	31
К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ЗЕРНА В СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ <i>Тимченко М.И.</i> .....	35
ПОДБОР И РАСЧЁТ СИСТЕМЫ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ <i>Улько А.В.</i> .....	37
ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ <i>Хуан Тао</i> .....	40

УДК 621.314  
ГРНТИ 45.33.29

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ  
В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО, ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В АПК**

**Волков В.А., магистрант,**

**Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск.**

**Научный руководитель – Худоногов И.А., д-р техн.наук, профессор,  
Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск**

**Аннотация:** Тепловизионный метод дает возможность применения на оборудовании, находящемся в работе, т.е. под нагрузкой; измерения производятся на расстоянии; высокая информативность и наглядность результатов контроля, все это способствует дальнейшему развитию данного метода, и применению его как основного в постановке диагноза испытываемому оборудованию.

**Ключевые слова:** силовой трансформатор, методы тепловизионного контроля, диагностическая ценность, термограмма.

Возможности ТВО применительно к трансформаторам, осложняются рядом проблем. Во-первых, тепловыделения при возникновении локальных дефектов в трансформаторе перекрываются естественными тепловыми потоками от обмоток и магнитопровода, а во-вторых, работа охлаждающих устройств, как бы компенсирует температуры, возникающие в месте дефекта. При анализе результатов необходимо учитывать конструкцию трансформаторов, способ охлаждения обмоток и магнитопровода, условия и продолжительность эксплуатации, и ряд других факторов.

Применяя на практике метод тепловизионного контроля для объектов со слабым тепловыделением, специалисты столкнулись с тем, что малые температурные отклонения, свидетельствующие о появлении аномалии в работе оборудования, теряются на фоне более сильных шумов, которые могут быть вызваны различными факторами. Тем не менее, термограмма содержит в себе информацию об искомым температурных изменениях. Задача состоит в том, чтобы их выявить.

Один из способов решения этой задачи был найден благодаря преобразованию двумерного распределения температуры объекта в одномерную функцию, которая является сверткой термограммы по координатам и содержит в себе весь объект измерения или фрагмент его поверхности:

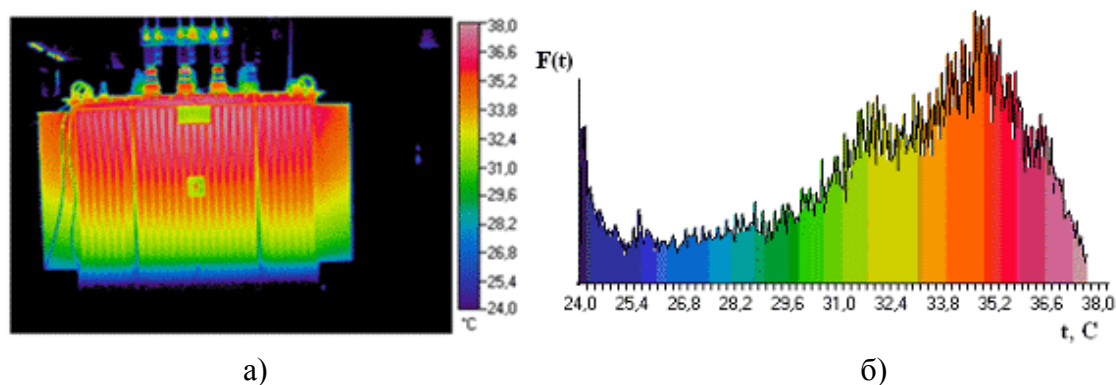
$$F(t_i) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m (k(x, y) \cdot \varepsilon(x, y)) \cdot F(x_j, y_k, t_i),$$

где  $k(x, y)$  – коэффициент передачи оптико-электронного тракта;  
 $\varepsilon(x, y)$  – значения излучательной способности поверхности.

Введенная функция-свертка объекта, как и исходная термограмма, несет информацию о тепловом состоянии объекта, скрытых источниках тепловыделения, взаимодействии с окружающей средой, статистических параметрах излучаемой поверхности и искажениях, вносимых оптикоэлектронным трактом измерительной системы, а также дает информацию об относительной площади распределения температуры по поверхности объекта.

Нормированный график этой функции («образ» термограммы) является гистограммой распределения площади по температурному диапазону и позволяет определить наиболее вероятные значения температур.

В качестве иллюстрации метода приведем термограммы и их «образы» для силового трансформатора при нагрузке 10% от  $P_{ном}$ .



**Рис. Тепловизионная съемка:**  
**а) Термограмма масляного трансформатора, б) Образ термограммы (гистограмма)**

Как видно из рисунков, элементарное преобразование является функцией Гаусса с ярко выраженным максимумом (наиболее вероятное значение температуры поверхности). Результирующая функция преобразования масляного трансформатора имеет достаточно сложный вид, так как представляет собой суперпозицию элементарных преобразований поверхности объекта, разбитого на небольшие участки, где температура может считаться в пределах погрешности измерений постоянной.

Операции свертки температурного поля объекта, расчет данных гистограммы, а также сравнение образов целесообразно выполнять программным путем. При относительно простой, например, монотонной функции распределения температурного поля, анализ полученного образа и его сопоставление с эталонным можно провести экспертным методом. Такие монотонные температурные распределения характерны, в частности, для трансформаторов с масляным охлаждением. В случае же, когда картина более сложная, при анализе аномалий в активной части трансформатора необходимо применять методы математической статистики.

Поскольку применение данного метода подразумевает наличие эталонного образа, то необходимо принимать решение о введении в паспортные характеристики выпускаемых силовых трансформаторов эталонных термографических данных, полученных в ходе тепловых испытаний всей номенклатуры изделий.

Цель работы - исследовать возможность использования тепловизионного контроля в качестве основного метода для выявления внутренних аномалий, приводящих к изменению термограмм.

Задачи работы:

1. Исследовать, тепловизионный контроль применительно к силовым трансформаторам.
2. Рассмотреть возможность использования наряду с анализом термограмм, метода их свертки в образ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бажанов С.А. Инфракрасная диагностика электрооборудования распределительных устройств. - М.: НТФ "Энергопрогресс", 2000. - 76 с.
2. Возможности применения тепловизионного контроля для диагностики технического состояния силовых трансформаторов : Энергоэксперт №6 - 2011 : рук. Печекин В. И.; исполн. Завидей В. И. – М., 2011. – 10 с.
3. Совершенствование эксплуатации силовых трансформаторов / Сазыкин В. Г.// Электрика. – 2003. № 3.
4. Системы непрерывного контроля состояния крупных силовых трансформаторов /Алексеев Б. А.// Электрические станции. – 2000. № 8. С. 62–71.

УДК 004.42  
ГРНТИ 50.05

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС RAPID SCADA

Дацык С.М. студент 1 курса

Научный руководитель – Пустовой С.А. канд. с-х. наук, доцент,  
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

**Аннотация.** В данной статье рассматривается возможность применения Rapid SCADA для сбора и учета данных, а также рассматриваются программные составляющие данного программного комплекса.

**Ключевые слова:** программирование, программный комплекс, приложение, интерфейс.

Программный комплекс Rapid SCADA, который предназначен для работы в составе автоматических систем и позволяет создавать на своей базе: системы управления технологическими процессами, системы «умный дом», системы учета энергоресурсов, системы охраны пожарной сигнализации, система контроля доступа, а также любые системы, содержащие контроллеры, датчики и реле.

Rapid SCADA представляет собой программный комплекс верхнего уровня, предназначенное для автоматического выполнения функций таких как сбор, обработка, резервирование данных с различных устройств, управления оборудованием и представлением информации. Нижний аппаратный уровень состоит из различных приборов учета, датчиков, контроллеров, интерфейсов связи, сетевое оборудование и др. устройства.

Благодаря модульной архитектуре Rapid SCADA возможна универсальность программного комплекса, в состав которой входят библиотеки для взаимодействия с различными измерительными и управляющими устройствами, устройствами сбора и передачи информации. Открытые интерфейсы, форматы хранения и передачи информации позволяют расширять комплекс, создавая новые драйверы устройств, плагины интерфейса оператора и отчетные формы, выполнять интеграцию со сторонними системами.

Программный комплекс Rapid SCADA имеет распределённую многоуровневую архитектуру, благодаря чему приложения данной системы могут функционировать как на одном сервере, так и на нескольких компьютерах сети, контролируемые устройства могут использовать каналы связи различных типов для подключения к системе. В состав программного комплекса входит: вебстанция, сервер и коммуникатор.

Вебстанция – это веб-приложение, позволяющее отображать необходимую информацию контролируемых данных, а также управление с помощью программы браузера. Информация представляется в табличной форме, на графиках, на схемах, а также в отчётах, которые генерируются в привычных форматах HTML и Microsoft Office Excel. Данное приложение может быть доступно с любого устройства подключенное к вычислительной сети организации без необходимости установление дополнительного программного обеспечения.

Сервер представляет собой приложение предназначено для управления базой архивных данных системы, ведения резервной копии данных, математических расчётов в соответствии с заданной конфигурацией и предоставления информации по запросам клиентов. Программа осуществляет контроль подключенных пользователей и на основе их прав производит ограничение выдаваемых данных и принимаемых команд. Служебная информация о работе приложения сохраняется в текстовом файле журнала. Сервер рассчитан на круглосуточный режим работы.

Приложение Коммуникатор выполняет следующие функции:

- сбор данных с устройств, подключенных к системе, выполняемый параллельно по множеству линий связи;
- подача команд подключенным устройствам;
- диагностика и тестирование оборудования;
- передача информации приложению SCADA-Сервер.

Коммуникатор автоматически записывает в текстовые файлы информацию о работе приложения, линий связи, каждого подключенного устройства. Режим работы Коммуникатора круглосуточный. Сторонние разработчики имеют возможность реализовывать собственные библиотеки (драйверы) для взаимодействия Коммуникатора с различными устройствами.

Данный программный комплекс позволяет упростить разработку автоматизированных систем, вдобавок отличие от других распространённых SCADA-систем является бесплатной лицензией программного продукта и наличием открытого исходного кода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Документация RapidSCADA [Электронный ресурс]. URL: <http://rapidscada.ru/>
2. Виценский А.В., Харионовский Е.В. Технологии доступа к данным в современных SCADA-системах. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-dostupa-k-dannym-v-sovremennyh-scada-sistemah>
3. Тарасов В.Б., Святский М.Н. Интеллектуальные SCADA-системы: истоки и перспективы. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/77-30569-224479-intellektualnye-scada-sistemy-istoki-i-perspektivy>

**УДК 631.363**  
**ГРНТИ 55.57.43**

#### **К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОДРОБИЛКИ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

**Денисенко Д.В., магистрант**

**Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск**

**Аннотация.** В статье рассматривается направление совершенствования схемы управления зернодробилкой для фермерских хозяйств.

**Ключевые слова:** дробление зерна, кормовые единицы, качество помола, патентный поиск.

В настоящее время в Российской Федерации насчитывается более 100 тыс. малых сельхозпредприятий, фермерских и личных подсобных хозяйств, которым требуется эффективная техника небольшой производительности (до 500 кг/ч) для переработки зерна бобовых (люпин, горох, соя), злаковых (пшеница, рожь, ячмень, овес) и крупяных (гречиха, просо) культур своего урожая в конечный продукт собственного производства, который существенно дешевле привозного.

Известно, что разные виды зерна обладают различным количеством минеральных и питательных веществ. Каждое животное и птица, выращиваемое на ферме, должно получать определенное количество кормовых единиц. В основном для повышения калорийности и качества питания используется комбикорм. Для создания комбикорма в необходимых количествах, зерновые культуры нуждаются в измельчении. Для этой цели фермер может использовать специальное приспособление – дробилку для зерна.

Один из самых важных этапов в процессе приготовления высококачественного комбикорма – это измельчение (дробление) исходных компонентов. Дробление – это достаточно энергоемкая технологическая операция, которая выполняется в процессе подготовки исходных компонентов к смешиванию. Измельчению подлежат зерновые (кукуруза, пшеница, ячмень и др.), шроты (соевый, подсолнечниковый и др.), сырье минерального происхождения, другие компоненты.

Важными показателями качества измельчения компонентов комбикорма является степень измельчения. Контролируется степень измельчения по результатам изучения остатков на ситах специальных приборов-классификаторов. Диаметр отверстий в ситах таких приборов 5, 3 и 2 мм. Качество помола определяют по ГОСТ 13496.8-92. Остаток на сите с диаметром отверстий 2 мм при мелком помоле (размеры частиц 0,2 – 1 мм) не должен превышать 5%; при среднем уровне помола остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм должен быть не более 12%; при крупном помоле (1,8 – 2,6 мм) остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм должен быть не более 35% и на сите с отверстиями диаметром 5 мм - не более 5%. Уровень измельчения зерна определяется исходя из рецепта комбикорма. Нужная степень измельчения достигается путем подбора решет для дробилки с соответствующим диаметром отверстий. Большинство производителей дробилок зерна предлагают сита, с диаметром отверстий начиная с 2 мм. Для дековых или дисковых дробилок степень помола регулируется расстоянием между дисками или регулировкой зазора между молотками и декой. Уровень измельчения зерновых, а также способ этого измельчения (плющение или дробление) существенно влияет на уровень усвояемости питательных веществ животными и на их привесы. Требуемая степень измельчения зерна уровнем влажности до 14% достигается комплектацией дробилок решетками с отверстиями диаметром: при мелком помоле – 2-3 мм, среднем – 3,5-5, крупном - 6-8 мм.

В настоящее время разработаны и производятся следующие виды дробилок: молотковые, вальцовые и дисковые приспособления, которые в свою очередь делятся на бытовые и промышленные устройства.

Для средних и малых фермерских хозяйств преимущественным вариантом, для заготовки кормовой массы, выступает бытовая дробилка. Несмотря небольшие габариты такого приспособления, установленный на нем измельчитель, имеющий высокий уровень мощности, обеспечивает качественное дробление основной массы и тщательное разделение ее на более мелкие фракции. Массы для дробления подается через бункер приемы сырья. После загрузки сырьевой массы включается механическая зона приспособления. Вращающийся на большой скорости ротор, вспомогательными билами измельчает зерно. Дробленая масса накапливается в емкости, на которой закреплена дробилка.

Для оценки производительности нами были выбраны девять зернодробилок малой мощности для фермерских хозяйств, которые получили наибольшее распространение. Зернодробилки представлены в таблице 1.

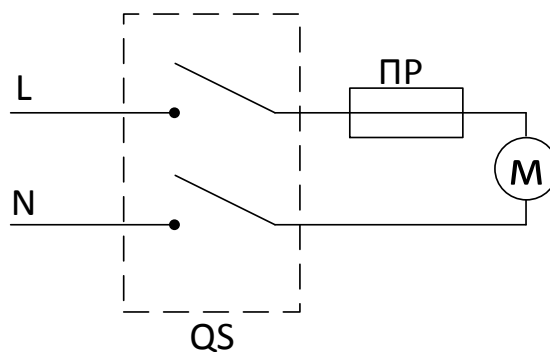


Рис. Принципиальная схема управления дробилкой зерна



Таблица 1

## Зернодробилки малой мощности для фермерских хозяйств

Наименование	Мощность, кВт	Производительность, кг/ч	Напряжение, В	Объем бункера, м <sup>3</sup>	Средняя стоимость, руб.	Масса, кг
ИЗЭ - 05	800	170	220	5	3000	5,9
ИЗЭ – 05М	1200	250	220	5	3800	6,9
ИЗЭ - 14	1200	300	220	14	4500	7,4
ИЗЭ -25	1200	350	220	25	4800	7,4
АП302 (плющилка)	1500	300	220	20	44000	75
Циклон 350	1900	350	220	18	3600	17
Удалец 1	1400	180	220	5	2900	5,5
Greentechs 300	1900	300	220	14	2800	6
ДК-109	1750	300	220	16	3700	8

Таблица 2

## Результаты патентного поиска

Наименование патента	Автор	Достоинства	Недостатки
Устройство для измельчения зерна	Баранов Юрий Васильевич подача заявки: 2008-08-29	Энергоэффективное в плане потребления электроэнергии	некачественное измельчение зерна - большой процент зерна переходит в муку, что нежелательно с точки зрения однородности измельчения и с точки зрения производительности
Дискового измельчитель кормового зерна	Иванов Вячеслав Владимирович, Шварц Сергей Александрович подача заявки: 2012-10-08	Удобная и лёгкая конструкция	Недостатками этого устройства являются высокая энергоёмкость, низкая степень измельчения материала и невозможность получения различных модулей помола.
Молотковая дробилка	Савиных Петр Алексеевич подача заявки: 2012-07-16		Недостатком данной конструкции является большая металло- и энергоёмкость из-за применения наружного вентилятора, низкая пропускная способность, большие габариты корпуса дробилки.
Зернодробилка	Плохов Федор Григорьевич подача заявки: 1993-08-02	Простота конструкции, Удобство в использовании.	Основными недостатками таких измельчителей является неравномерная подача зерна к разгонным лопаткам диска и к рабочей поверхности ребристых дек с различными углами соударений, что снижает эффективность и качество измельчения.

Наиболее распространенная схема управления представляет собой сочетание коммутирующего устройства и предохранителей (рис.1). Такая схема обеспечивает только запуск и остановку устройства без изменения технологического процесса. Однако параметры технологического процесса в зависимости вида перерабатываемого сырья требуется изменять для повышения качества продукции.

Проведенный патентный поиск, результаты которого приведены в таблице 1 показал, что основным направлением совершенствования является конструкция дробилки, схема управления остается без изменений.

На основании проведенного патентного поиска, и выявленных достоинств и недостатков нами предлагается модернизация дробилок с учетом следующих направлениях.

1. Оптимизировать схему управления введя в ее состав микроконтроллер.
2. Снизить затраты электроэнергии с учетом внесенных изменений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правиков Ю.М. Метрологическое обеспечение производства [Текст]: учеб. пособие; доп. УМО вузов по образованию / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина. – М.: КНОРУС, 2009. – 240 с.

2. Щегорец О.В. Соеводство: учебное пособие. – Благовещенск, ООО «Издательская компания РИО», 2002. – 432 с.

3. Тильба В.А., Синеговская В.Т., Панасюк А.Н [и др.] Технологии и комплексы машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: коллективная научная монография. – Благовещенск: Изд-во: ООО «Агромакс-Информ», 2011

**УДК 631.22:628.9**

**ГРНТИ 67.29.55**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В КОРОВНИКЕ**

**Коломиец М. М., магистрант**

**Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск**

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные системы вентиляции, используемые для поддержания микроклимата в коровнике.

**Ключевые слова:** микроклимат, вентиляция, естественная вентиляция, принудительная вентиляция.

Оптимальный микроклимат на фермах и комплексах создается, прежде всего, за счет постоянного воздухообмена, заключающегося в непрерывной подаче свежего воздуха и удалении загрязненного. Микроклимат включает в себя поддержание определенного температурно-влажностного и газового режимов. Для поддержания микроклимата используют вентиляционные установки. Кроме того, вентиляция способствует увеличению количества легких, отрицательно заряженных ионов в воздухе животноводческих помещений и предупреждению конденсации паров на внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

К системам вентиляции предъявляются определенные требования – они должны создавать в различные периоды года необходимый воздухообмен на единицу живой массы животных (птицы) и обеспечивать равномерное распределение и циркуляцию воздуха внутри помещения, чтобы не было мест застоя и скопления влажного загрязненного воздуха («мертвых зон»).

По принципу действия и конструктивным особенностям системы вентиляции разделяются на следующие типы: естественная вентиляция, вентиляция с

механическим побуждением тяги, вентиляция комбинированного типа, разгонная вентиляция.

При естественной вентиляции, воздух поступает в здание и удаляется из него благодаря разной плотности внутри помещения и вне его. На эффективность работы этой системы большое влияние оказывают также сила и направление ветра. Для того чтобы естественная система вентиляции работала в наилучшем режиме, необходима разность температур воздуха внутри и снаружи помещения не менее чем в 5-10°C. Поэтому естественной вентиляции недостаточно летом. Однако при температуре наружного воздуха ниже -12°C, тепла выделяемого животными, становится недостаточно для поддержания нормальной температуры воздуха в помещении, и объем вентиляции приходится искусственно сокращать. Поэтому в северных и центральных районах нашей страны в зимний период вентиляционный приточный воздух следует подогревать.

Вентиляция с механическим побуждением тяги является наиболее эффективной. Ее используют в крупных животноводческих помещениях.

В системах с механическим побуждением движение воздуха регулируется при помощи вентиляторов, работающих в режиме разряжения или нагнетания, то есть механические системы вентиляции подразделяются на вытяжные и приточные. Применяются также и реверсивные системы, в конструкции которых предусмотрена возможность изменения направления воздушного потока, что позволяет в зависимости от внешних условий (в различные периоды года) использовать одну и ту же вентиляционную систему либо как вытяжную, либо как приточную.

При устройстве комбинированных систем вентиляции применяют вентиляторы, калориферы и систему приточно-вытяжных каналов. Механические системы вентиляции, несмотря на конструктивную сложность, сравнительно высокую стоимость и значительные эксплуатационные расходы, имеют некоторые преимущества перед системами вентиляции с естественным побуждением. Работа механических систем не зависит от внешних метеорологических условий, приточный воздух можно подвергнуть любой обработке (нагреть, осушить, охладить), появляется возможность полной автоматизации, что позволяет обеспечить оптимальный (регулируемый) микроклимат внутри помещения. Кроме того, расходы на вентиляцию быстро окупаются за счет повышения продуктивности животных.

Это новый вид вентиляции малоизвестный в России, который может применяться в сочетании с приточно-вытяжной вентиляцией так и самостоятельно. В сочетании с приточно-вытяжной вентиляцией, свежий воздух распространяется по коровнику за счет разгонных вентиляторов. Данные вентиляторы работают автоматически при помощи микроконтроллера в зависимости от информации, поступающей с датчиков температуры.

В зимнее время вентиляторы разворачивают таким образом, чтобы они перемещали воздушные массы от центра к краям помещения для исключения застоя воздуха и скопление влажного загрязненного воздуха.

В летний период времени вентиляторы разворачивают таким образом, чтобы они были направлены в одну сторону для создания направленного движения воздуха, что создает комфортные условия содержания в коровнике, полное отсутствие тумана, влажного воздуха, а также комфортную температуру.

Несмотря на простоту рассмотренных систем есть ряд недостатков: отсутствие точного контроля воздушного потока, прямое влияние меняющихся погодных условий на эффективность вентиляции, сложность регулирования воздухообмена. Для искусственной вентиляции это еще дороговизна, шум вентиляторов, сложность установки, высокие энергозатраты, обслуживание квалифицированного персонала.

К достоинствам следует отнести: простоту устройства, бесшумность, не требует электроэнергии, сложность регулирования воздухоподачи, для механической вентиляции возможность полной автоматизации и контроля воздушного потока.

Рассмотрев достоинства и недостатки используемых систем можно сделать вывод, что их основным недостатком является: энергозатратность и нестабильная работа в сложных погодных условиях Амурской области.

В связи с этим целью наших исследований будет разработка разгонной вентиляции, с учетом климатических условий Амурской области.

Задачи исследования:

1. Произвести расчет показателей микроклимата помещения
2. Разработать схему управления разгонной вентиляцией

Анализ современного состояния вопроса показал, что в настоящее время запатентовано большое количество систем вентиляции. Однако наиболее близкими в разрабатываемой системе можно считать следующие патенты.

Патент «Устройство вентиляции животноводческих помещений» автор: Вторый В.Ф., имеет как преимущества, так и недостатки. К недостаткам этой системы можно отнести: образование льда, конденсата и инея, что оказывает значительное влияние на всю систему, в целом сделанную из полиэтиленовой пленки. Достоинства данной системы является ее низкая стоимость и рекуперативный режим.

Патент «Потолочная вентиляция» автор: Вторый В.Ф., данная система имеет ряд достоинств: устройство полностью механическое, что позволяет использовать его с наименьшими энергозатратами. Но также это устройство имеет и ряд недостатков: намерзание льда на вытяжной системе и невозможность использовать данную систему при полном штиле.

Патент «Вентиляция животноводческого помещения» автор: Дыменко Л.А., данное устройство очень просто в техническом плане, к достоинствам можно отнести повышенную эффективность вентиляции, предотвращение перегрева животных. Недостатком такой конструкции является ненадежность, так как в своем составе имеет полиэтиленовую пленку.

Патент «Вентиляция с системой трубопровода» автор: Бастрон А.В.. Данное устройство относится к системе с полуавтоматическим контролем. Достоинства в том, что система позволяет производить воздухообмен в животноводческих помещениях без подогрева приточного воздуха, недостатком такой системы является повышенное энергопотребление.

Патент «Вентиляция с управлением расхода воздуха» автор: Капустин Н.Г. Устройство данной системы полностью автоматизировано, что позволяет снизить энергозатраты на обеспечение микроклимата в помещении в зимний период времени. Достоинства: в целом работа устройства с коррекцией производительности по скорости ветра позволяет стабилизировать воздухообмен с учетом фильтрации. Недостатком является сложность конструкции и неустойчивая работа при отрицательных температурах.

Наиболее близкой к разрабатываемой теме является патент «Вентиляция с управлением расхода воздуха» автор: Капустин Н.Г. так как данная система полностью автоматизирована, однако он не рассматривает разгонную вентиляцию.

Проведенный поиск среди патентов Российской Федерации не дал положительных результатов, следовательно, данный тип вентиляции может быть более удачной заменой или дополнением к уже существующим системам.

Таким образом, вентиляция в животноводческих помещениях является незаменимым устройством для поддержания оптимального микроклимата, что в свою очередь сказывается на общем состоянии животных и работников.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как производится расчет системы вентиляции в помещении [Электронный ресурс] ООО Venteler - Режим доступа: <http://venteler.ru/ventilyaciya/kak-vypolnyaetsya-raschet-sistemy-ventilyacii-v-pomeshhenii.html>
2. Как сделать расчет естественной вентиляции [Электронный ресурс] Климатические установки – Режим доступа: <http://1poclimaty.ru/raschet/raschet-estestvennoi-ventilyacii.html>
3. Методика расчета системы нормирования параметров микроклимата с использованием вторичного тепла сжатого воздуха [Электронный ресурс] Киберленинка – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-sistemy-normirovaniya-parametrov-mikroklimata-s-ispolzovaniem-vtorichnogo-tepla-szhatogo-vozduha>

**УДК 628.4**  
**ГРНТИ 75.31.41**

**ЭНЕРГИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

**Котовсков В.А., студент 2 курса;**  
**Пилюян А.А., студент 2 курса,**

**Научный руководитель: Кадина И.В., канд. пед. наук, доцент,**  
**Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград**

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема накопления бытовых отходов и способы борьбы с бытовыми отходами. Представлен один из способов использования бытовых отходов для получения энергии тепловой или электрической.

**Ключевые слова:** бытовые отходы, твердые бытовые отходы, мусоросжигательный завод.

Жизнедеятельность человека влечет за собой большое количество бытовых отходов. Своевременный вывоз мусора и его утилизация — это профилактика инфекционных и онкологических болезней, ведь экологические проблемы в совокупности с быстрым приростом населения приводят к увеличению числа заболеваний, а так же к загрязнению окружающей нас среды обитания и ухудшению качества жизни. Население городов растет, а с ним растет прямо пропорционально и количество бытовых отходов.

Проблема мусора знакома не понаслышке любому жителю большого города. В средние века мусор был самой большой проблемой крупных городов, но и тогда его не было так много, сколько сейчас. Последние психологические исследования показали, что наличие мусора на улицах города, не ухоженность парков и скверов может плохо отразиться на психическом здоровье человека и привести к депрессии. Это уже не говоря о большой опасности бытовых и пищевых отходов для здоровья людей и животных. Поэтому город пытается избавляться от ненужных отходов путем их свалки на специальных территориях. Свалки увеличиваются в размерах и уже наступают на отдельные микрорайоны. В России ежегодно накапливается не менее 40 млн. т. твердых коммунальных отходов (ТКО).

Целью работы мы поставили, рассмотреть возможность использования бытовых отходов для получения тепловой энергии.

В настоящее время интенсивно развиваются два основных направления энергетической утилизации твердых бытовых отходов - сжигание и захоронение с получением биогаза. Сжигание отходов требует дорогостоящих систем очистки, поэтому более широко распространено во всем мире полигонное захоронение твердых бытовых отходов. Основное достоинство технологии захоронения - простота, сравнительно малые капитальные и эксплуатационные затраты, и относительная безопасность. При разложении бытовых отходов выделяется биогаз, содержащий до 60 % метана, что позволяет его использовать в качестве местного топлива. В среднем при разложении одной тонны твердых бытовых отходов может образовываться 100-200 м<sup>3</sup> биогаза. В зависимости от содержания метана низшая теплота сгорания свалочного биогаза составляет 18-24 МДж/м<sup>3</sup> (примерно половину теплотворной способности природного газа).

В России представлено интересное решение для получения дополнительной электроэнергии из мусора. Промышленная компания "Технология металлов" (г. Челябинск) совместно с ЗАО "НПО "Гидропресс" (г. Подольск) и НП ЗАО "АКОНТ" (г. Челябинск) разработала проект экономичного, многоцелевого плавильного агрегата непрерывного действия "МАГМА" (АПМ "МАГМА"). Данная технология уже опробована в опытно-промышленных условиях технологические схемы его использования.

По сравнению с традиционно применяющимися агрегатами для сжигания ТКО агрегат "МАГМА" и технология высокотемпературной и безотходной утилизации отходов имеют ряд преимуществ, позволяющих снизить капитальные затраты на строительство МЗС по утилизации несортированного мусора. К ним относятся:

- возможность утилизации коммунальных отходов с естественной влажностью, предварительно осушая их перед загрузкой, повышая таким образом температуру сжигания коммунальных отходов и увеличивая количество производимой электроэнергии на тонну сжигаемых отходов до мировых стандартов;

- возможность сжигания коммунальных отходов в атмосфере кислорода на поверхности перегретого шлакового расплава, образующегося из минеральной составляющей коммунальных отходов, достигая температуры газовой фазы в мусоросжигательном агрегате 1800-1900°С, а температуры расплавленного шлака 1500-1650°С и уменьшая общее количество выбрасываемых газов и оксидов азота в них;

- возможность получения из минеральной составляющей коммунальных отходов жидкого кислого шлака, периодически сливая его из печи. Этот шлак прочный и плотный, не выделяет при хранении никаких вредных веществ и может использоваться для производства строительного щебня, шлакового литья и других строительных материалов.

- пыль, уловленная в газоочистке агрегата, специальными инжекторами вдувается обратно в плавильную камеру, в шлаковый расплав и полностью ассимилируется шлаком.

По другим показателям МЗС, оборудованный агрегатом "МАГМА", не уступает существующим МЗС, при этом количество вредных веществ, выбрасываемых с газами, соответствует нормам ЕС и ниже, чем при сжигании коммунальных отходов в традиционно применяемых агрегатах. Таким образом, применение АПМ "МАГМА" позволяет осуществлять технологию безотходной утилизации несортированных коммунальных отходов, не воздействуя негативно на окружающую среду. Агрегат может быть успешно применен также для рекультивации существующих свалок мусора, эффективной и безопасной утилизации медицинских отходов, утилизации изношенных автомобильных шин.

При термической переработке 1 т. коммунальных отходов, имеющих естественную влажность до 40%, будет получено следующее количество товарной продукции: электроэнергия – 0,45-0,55 МВт/ч; чугун – 7-30 кг; строительные материалы или изделия – 250-270 кг. Капитальные затраты на строительство мусоросжигательного завода мощностью до 600 тыс. т в год несортированных отходов в условиях города Челябинска составят оценочно 120 млн евро. Срок окупаемости инвестиций от 6 до 7,5 года.

Процесс сжигания далек от идеала, но технологические улучшения и внедрение систем очистки угарных газов снизили уровень взвешенных диоксинов до «крайне незначительного количества». Пока производители не перестанут производить свою продукцию из материалов, которые не могут быть использованы повторно или сожжены, нам не удастся достичь уровня переработки мусора в 100%. Товары, произведенные из или содержащие такие вещества как асбест, фарфор, изоляцию, керамику, и конечно разнообразное строительство и снос зданий не могут быть безопасно сожжены – они будут оставаться на свалках.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов В. и др. Технические и коммунальные отходы и окружающая среда // Гражданская защита. - 2007. - N 2. - С. 30-31.
2. Акшель В. А., Кадерлеев М. К., Жиганов Б. А. ECO VALLEY: Получение энергии из отходов // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 3. – С. 17–18.
3. Акшель В. А., Кадерлеев М. К., Жиганов Б. А. ECO VALLEY: Получение энергии из отходов // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 4. – С. 20–21.
4. Бернадинер М. Н., Бернадинер И. М. Высокотемпературная обработка отходов. Плазменные источники энергии // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 5. – С. 24–27.
5. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды. – М.: Высш. школа, 2008.
6. Гордышевский С. Мусорный ветер: как монетизировать бытовые отходы. Дата обращения (10.05.13) [Электронный ресурс] Аргументы и факты №15 // [сайт] <http://www.aif.ru/realty/article/62058>
7. Краснянский, М.Е. Проблемы биодegradации и самовозгорания свалок ТБО // Безопасность жизнедеятельности. - 2006. - N4. - С. 24-29.
8. Чередниченко В. С., Казанов А. М., Аньшаков А. С. и др. Современные методы переработки твердых бытовых отходов / – Новосибирск: ИТ СО РАН, 1995. – 55 с.

**УДК 621.3.07**  
**ГРНТИ 67.29.55**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПО ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ** Меский Е.О., магистрант

**Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент,  
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск**

**Аннотация.** В статье представлен материал обследования микроклимата коровника КФХ «Орта»

**Ключевые слова:** микроклимат, влажность, температура, коровник, приборы.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88, микроклимат животноводческих сооружений – это совокупность физико-химических факторов, таких как: температура и относительная влажность (определяют посредством измерителя температуры и влажности), скорость потока воздуха, химический состав воздуха, присутствие пыли и других микроорганизмов.

Размещение внутреннего оборудования, параметры микроклимата помещений родильного отделения (как и цеха сухостойных коров и нетелей) определяются нормами технологического проектирования (ОНТП-1-77).

Температура в родильном отделении, согласно нормативам, должна составлять 16°C, относительная влажность 70%, освещенность 100 лк, световой коэффициент 1:10, 1:12, допустимая концентрация углекислого газа 0,15%, аммиака - 10 мг/м<sup>3</sup>, сероводорода - 5 мг/м<sup>3</sup>, микробное загрязнение до 50 тыс. / м<sup>3</sup>, объем помещения на одно животное 25 м<sup>3</sup>.

В профилактории температура должна составлять 17-20°C. Профилакторий необходимо оборудовать индивидуальными клетками для телят и системой обогрева.

Объектом исследования является родильное отделение для коров в КПХ «Орта», находящееся в селе Лукьяновка, Амурская область.

Сведения об участке нахождения коровника: климатический район – 1; расчетная температура наружного воздуха - 35<sup>0</sup>С; снеговой район – 1; значение снегового покрова 0,8 кПа; ветровой район - 3; температура наружного воздуха в январе -25<sup>0</sup>С, июль +20<sup>0</sup>С; средняя скорость ветра зимой – 3м/с.

Родильное отделение занимает общую площадь 565 м<sup>2</sup>, расположение коров в нём видно на рисунке 1.



**Рис. 1. Общее фото родильного отделения**

Отделение для молодняка занимает общую площадь 405,5 м<sup>2</sup>, расположение молодняка видно на рисунке 2. Молодняк группируют по полу и возрасту с разницей в живой массе между животными группы не более 15 - 20% и содержат в клетках на частично решетчатых полах, на глубокой подстилке.

Профилакторий оборудован индивидуальными клетками для телят.

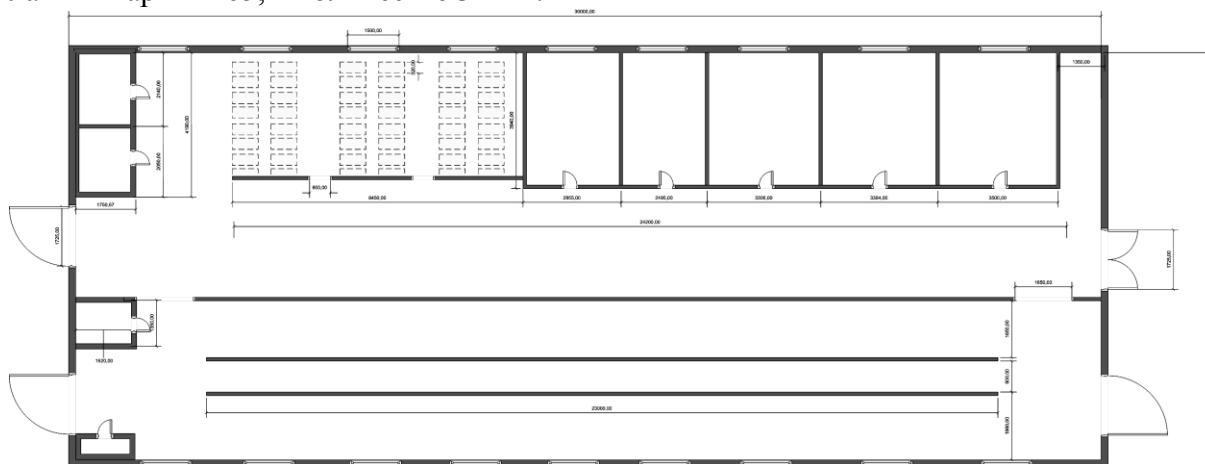


**Рис. 2. Общее фото отделения для молодняка**



Коровник рассчитан на 200 голов, на момент исследования было 66 телят в общих клетках и 76 взрослых особей. Предусмотрена скреперная система навозоудаления ASD 100. Тип вентиляции – естественная регулируемая.

Приток воздуха обеспечивается через регулируемые экраны в боковых стенах коровника; вытяжка производится через регулируемый конёк по всей длине кровли помещения. Также около каждого входа в коровник установлена тепловая пушка прямого нагрева марки KERONA. Над входами в коровник установлены воздушно-тепловые завесы «Тепломаш». В помещении установлены 4 вентилятора марки ES140 RR, угол наклона каждого составляет 10-12°. Освещение помещения обеспечивают Led лампы марки IP65, в количестве 34 шт.



**Рис. 3 Общий план исследуемого животноводческого помещения**

При измерении параметров микроклимата исследуемого объекта, были использованы следующие приборы для измерения: термогигрометр; термоанемометр; пирометр. В работе использовался метод полевых исследований. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Исходя из полученных данных приведенных в таблице 1 и 2, можно сделать вывод о неравномерности температуры воздуха в исследуемом помещении. Также в дневное время температура воздуха имеет значение, ниже нормируемых.

**Таблица 1**

**Данные исследования температур рабочих поверхностей**

№ точки измерения	т° рабочей поверхности, (С)	т° рабочей поверхности, (С)	т° рабочей поверхности, (С)
	9:00	12:00	18:00
1	2	3	4
1	3,4	7,7	6,1
2	3,9	6,5	4,7
3	3,3	6,3	3,6
4	2,5	5,2	3
5	2,6	4,1	1,8
6	0,8	2,6	0
7	4,7	-4	-3,1
8	1,6	4,8	3
9	-1,1	4,2	2,9
10	-1,4	4,5	2,5
11	-0,5	6,8	2,9
12	-1,2	7,4	2,5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
13	1,9	11,4	2,8
14	2	4,1	4
15	0,7	6,2	1
16	8,4	6,1	2
17	2,5	4,1	2,4
18	2,8	6,5	2,6
19	3	7,8	2,6
20	3,4	7,2	4,5
21	2,6	11,8	4
22	3,3	4,2	4,8
23	0,7	4,2	3,1
24	3	5,1	-5,3
25	1,6	3,8	2,1
26	2,1	3,8	2,1
27	1,7	3,6	2,3
28	4,7	3,5	2,1

Колебание температуры оказывает самое вредное влияние на здоровье коров. Самыми частыми заболеваниями при колебании температуры являются диспенсии, болезни вымени и суставов, бронхопневмония и другие. Главной причиной этому становится снижение естественной сопротивляемости организма животных, вызванной температурным стрессом.

Таблица 2

Данные исследования температуры воздуха в помещении

№ точки измерения	t° воздуха, (C)		
	9:00	12:00	18:00
1	2	3	4
1	18	10	19
2	18	10	19
3	18	8	19
4	18	8	17
5	17,9	8	16
6	17,7	8	17
7	16,9	9	16
8	15,4	7	21
9	12,7	6	15
10	13,3	6	15
11	12,8	6	12
12	12,6	7	13
13	12,8	7	13
14	12,7	8	13
15	12,3	8	13
16	15,4	8	20
17	12,6	7	15
18	12,6	6	15
19	13,8	7	13
20	12,1	7	13
21	17,1	7	13
22	16,9	7	13
23	15,4	7	13

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
24	13,7	9	15
25	10,2	8	14
26	13,5	8	14
27	10,2	8	15
28	16,5	7	16

Скорость потока воздуха в помещении полностью отсутствует, т.е. равна нулю. Данные показатели абсолютно не соответствуют «НТП АПК 1.10.01.001-00» (Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств).

Таким образом, параметры микроклимата в помещении не соответствуют нормам:

1) Низкая температура поверхностей в помещении, что пагубно влияет на здоровье животных

2) Неравномерное распределение значений температуры воздуха. В дневное время суток температура воздуха ниже нормы. При норме 10°C, имеем среднее значение 7°C.

3) Отсутствие потока воздуха в помещении. Согласно НТП АПК 1.10.01.001-00 скорость потока воздуха имеет нормы 0,3 м/с – 0 м/с.

Для устранения вышеизложенных несоответствий требуется разработать такую систему микроклимата, которая позволит поддерживать нормированную температуру воздуха и скорость потока воздуха во всем помещении равномерно круглые сутки.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1) Модернизация системы управления. Для решения этой задачи необходим программируемый микроконтроллер. Данные для регулирования температуры контроллер должен получать с помощью соответствующих датчиков.

2) Замена действующего оборудования для формирования микроклимата.

Для решения этой задачи необходимо сделать перерасчет вентиляции в помещении, и на его основе создать новую систему вентиляции.

Изучив таблицу полученных данных с исследуемого объекта можно сделать вывод о том, что важные параметры в формировании микроклимата не соответствуют нормам, принятым в ГОСТах. Требуется установка нового оборудования, и полный перерасчет системы вентиляции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Ф.Кузнецов Гигиена животных [Текст]/ Кузнецов А.Ф., Найденский М.С., Шуканов А.А., Белкин Б.Л.– М.: Колос 2001.
2. Зоогигиена и ветеринарная санитария в промышленном животноводстве [Текст]/ Под ред. Г. К. Волкова. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 414 с.
3. Баланин В.И. Зоогигиенический контроль микроклимата в животноводческих помещениях [Текст]/. –Л.: Агропромиздат. – 1988. – 144 с.
4. Карелин А.И. Зоогигиенические основы проектирования, строительства и эксплуатации животноводческих объектов [Текст]/ А.И.Карелин, Б.Л.Маврин – М.: Россельхозиздат, 1987. – 271с.
5. Онегов А.П. Гигиена сельскохозяйственных животных [Текст]/ А.П.Онегов – М.: Колос, 1984. – 400с.
6. Старков А.В. Влияние условий содержания на здоровье и продуктивность животных //Свиноводство. 2004. - №6 – с 30.
7. Ходакович Б.В. Проектирование и строительство животноводческих объектов [Текст]/ Б.В.Ходакович – М.: Агропромиздат, 1990. – 255с.
8. Юрков В.М. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов [Текст]/В.М.Юрков – М.: Россельхозиздат, 1985 – 223с.

УДК 621.57  
ГРНТИ 55.39.41

## ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Нестеренко Д.Н., студент 4 курса

**Научный руководитель:** Кадина И.В., канд .пед. наук, доцент,  
Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные виды тепловых насосов, их отличий, проанализированы их принципы работы, приведена классификация тепловых насосов. Представлен пример изготовления теплового насоса своими руками.

**Ключевые слова:** тепловой насос, энергосберегающие материалы, насос Френетта.

Тепловые насосы успешно используются в быту и промышленности в Европе и США уже более 25 лет. Их особенность состоит в преобразовании так называемого низкопотенциального тепла окружающей среды: земли, воды, воздуха. На российском рынке эта экологичная технология получила распространение сравнительно недавно.

Экспериментальные поселки, которые отапливались при помощи тепловых насосов, существовали еще в Советском Союзе. То, что было смелым экспериментом в двадцатом веке, в двадцать первом – вошло в практику.

Актуальность данной проблемы состоит в том, что, к сожалению, в нашей стране еще немало таких районов, где газ можно купить только в баллонах. Что же делать в этой ситуации? Топить печь дровами и углем – хлопотно и не очень эффективно, а согреваться электричеством – дорого. На помощь приходят новейшие разработки в области альтернативных источников энергии. Эти технологии позволяют извлекать тепло из земли, воды и воздуха. Одним из таких изобретений является тепловой насос, своими руками установить его хоть и сложно, но вполне возможно.

Цель нашей работы – рассмотреть использование теплового насоса при организации отопления бытовых помещений.

Задачи: Изучить принцип работы теплового насоса, определить виды и их отличия. Рассмотреть примеры изготовления теплового насоса Френетта своими руками.

Объект исследования – тепловые явления.

Предмет исследования – механизм излучение и теплопроводность, испарение-конденсация, физические величины, характеризующие процессы получения тепла, изучение энергосберегающих материалов.

Тепловой насос – это система, с помощью которой можно переносить тепло от менее нагретого тела к более нагретому, увеличивая температуру последнего. Тепловые насосы являются альтернативными источниками энергии, позволяющими получать дешевое тепло без вреда для окружающей среды.

Технология, лежащая в основе теплового насоса, по сути своей, почти не отличается от технологии функционирования обычного холодильника. Как мы знаем, холодильник, для обеспечения низкой температуры выкачивает тепло из камер, и передает его наружу, через радиаторы. На этом же принципе основывается и технология теплового насоса: для отопления помещений он «выкачивает» тепло из земли, или воды, перерабатывает его и отдает в систему отопления дома, теплицы либо бассейна.

Хладагент (обычно используют фреон, либо аммиак), циркулирует по системе, состоящей из внутреннего и внешнего контура. Внешний контур расположен в среде забора тепла. В качестве такой среды может выступать воздух, земля, либо вода. По

сути, любая естественная среда обладает достаточным количеством рассеянной тепловой энергии, которая собирается хладагентом, и передается в систему для переработки.

Для начала процессов необходимо, чтобы теплообменник повысил свою температуру на 4-5 градусов. Это очень важный момент, так как теплообменник напрямую влияет на все условия вокруг. Далее, из внешнего контура нагретый хладагент попадает во внутренний контур. Первый блок – испаритель, трансформирует теплообменник из жидкого состояния в форму газа. Это возможно благодаря тому, что фреон, при невысоком давлении внешней среды, обладает очень низкой температурой кипения. Далее, из испарителя фреон в газообразной форме попадает в компрессор, где газ сжимается, вследствие чего резко повышается его температура. После этого газ попадает в третий блок – конденсатор. В нём газ отдает свою температуру воде – теплоносителю системы отопления дома, после охлаждения он обратно принимает жидкую форму, и выполняется повторная циркуляция.

Главной характеристикой продуктивности теплового насоса для отопления выступает коэффициент преобразования, который зависит от соотношения тепловой мощности, выдаваемой насосом, к количеству потребляемой тепловой энергии.

*Воздушный тепловой насос* является самым бюджетным вариантом альтернативного отопления, он может быть обустроен своими руками, так как для его функционирования нет необходимости устраивать сложную систему внешнего контура. Однако, воздушный насос обладает одним существенным недостатком, который делает его использование в нашем климате неоправданным – с понижением температуры воздуха резко снижается его эффективность. А по уровню теплоотдачи вода является наиболее эффективной средой.

Также существует *тепловой насос Френетта*. Он работает по отличающейся технологии, и не с обычными тепловыми насосами не имеет ничего общего. Данный насос представляет собою две цилиндрические емкости – большую и меньшую, при этом, емкость с меньшими размерами размещается внутри большого сосуда.

Он работает по отличающейся технологии, и не с обычными тепловыми насосами не имеет ничего общего. Данный насос представляет собою две цилиндрические емкости – большую и меньшую, при этом, емкость с меньшими размерами размещается внутри большого сосуда. Свободное пространство между ними заполнено маслом. Внешний цилиндр неподвижно зафиксирован, а внутренняя емкость подсоединена к валу привода, при работе которого, вследствие сил трения возникающих при вращательных движениях цилиндров, масло нагревается до очень высокой температуры и передается к радиаторам отопления. Такой механизм обладает достаточно высокой эффективностью, и при этом, его можно без проблем изготовить своими руками.

Тепловой насос своими руками изготовить вполне реально, однако для этого необходимо найти хороший компрессор. Сделать это можно, заглянув к какому-то местному мастеру по ремонту бытовой техники, где, распотрошив старый кондиционер, вы за небольшую сумму получите вполне качественный компрессор (их ресурс работы намного больше, чем среднестатистический срок жизни кондиционеров). В качестве конденсатора можно использовать бак из нержавеющей стали, ориентировочно на 100 литров. А для контура, по которому будет циркулировать теплообменник, отлично подойдут тонкие медные сантехнические трубки. Итак, приступим к изготовлению.

Процесс сборки самодельного теплового насоса из медных труб и обмоток.

1. С помощью уголка, либо L-образных кронштейнов крепим компрессор к стене в том месте, где будет размещаться тепловой насос.

2. Далее, из медных трубок делаем змеевик – обматываем их вокруг цилиндра подходящей формы. Следите за тем, чтобы шаг намотки по всем змеевику, был идентичен.

3. Бак разрезается на две части, внутрь вставляется змеевик, после чего бак сваривается обратно. При этом в нём создается несколько резьбовых входных отверстий – сверху и снизу, через которые наружу выводятся крайние трубки змеевика.

4. В качестве испарителя используем обычную пластиковую бочку, в которую заводятся трубы внутреннего контура (либо любую другую емкость, объем которой идентичен конденсаторному баку).

5. Для транспортировки прогретой воды используются обычные ПВХ трубы. Обмотка для самодельного теплового насоса выполняется из стали. Для заправки системы фреоном рекомендуется обратиться к специалисту.

Чтобы сделать тепловой насос Френетта своими руками нам необходимо обзавестись следующими материалами:

- стальной цилиндр (диаметр выбирайте исходя из мощности насоса, которая необходима вам для отопления: чем больше рабочая поверхность – тем более эффективным будет устройство);

- стальные диски, с диаметром на 5-10% меньше, чем диаметр цилиндра;

- электродвигатель (лучше всего изначально подбирать привод с удлиненным валом, так как на него будут устанавливаться диски);

- теплообменник – любое техническое масло.

От количества оборотов, которое может выдать двигатель, будет зависеть температура, до которой насос Френетта сможет прогреть воду для отопления дома, либо бассейна.

Чтобы вода в радиаторах прогрелась до 100 градусов необходимо, чтобы привод обеспечивал 7500—8000 оборотов/мин. Вал силового агрегата на подшипниках размещаем внутри стального цилиндра. Место, где вал входит в цилиндр должно быть надежно уплотнено, поскольку наличие даже малейших вибраций быстро выводит механизм из строя. На вал двигателя монтируются рабочие диски. Необходимое расстояние между ними можно задать, накручивая после каждого диска гайки. Количество дисков определяется в зависимости от длины цилиндра – они должны равномерно заполнять весь его объем.

В верхней и нижней части цилиндра просверливаем два отверстия: к верхнему будет подведены отопительные трубы, в которые будет подаваться масло, а к нижнему отверстию подсоединяется обратная труба для возврата использованного масла с радиаторов. Вся конструкция закрепляется на металлической раме. После того как агрегат собран, цилиндр заполняется маслом, к нему подключаются патрубки отопительной магистрали и выполняется герметизация соединений (процесс герметизации особенно важен для отопительного насоса, поэтому стоит предварительно попросить товарища о помощи).

Тепловой насос Френетта обладает очень высоким КПД, что позволяет его эффективно использовать в любых отопительных системах. Он может использоваться для обогрева любых хозяйственных помещений, гаражей, и жилых зданий. Кроме этого, за счет компактных размеров такой самодельный насос отлично подходит для прогрева бассейна, либо «теплого пола». Но помните, что при прогреве бассейна и других крупных емкостей с водой необходим насос достаточной мощности, иначе вы просто будете использовать его не по назначению, и желаемых результатов не получите.

Тепловые насосы позволяют забирать рассеянную энергию из окружающей природы: воздуха, воды и земли, аккумулировать и направлять ее на отопление дома. Энергию также используют на нагрев воды для мытья или кондиционирование воздуха в помещениях. Это дает возможность экономить средства, уменьшая расход традиционных источников тепла: электричества, газа, дров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Г.П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли (Монография). Издательский дом «Граница». М., «Красная звезда» - 2006.- 220с.

3. Васильев Г. П., Хрустачев Л. В., Розин А. Г., Абуев И. М. и др. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии // Правительство Москвы Москомархитектура, ГУП «НИИЦ», 2001. – 66с.

4. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 416 с.

5. <http://www.kp.ru/guide/teplovye-nasosy.html> Тепловые насосы для дома: особенности технологии, сфера применения и стоимость оборудования

6. [www.hvac.ru](http://www.hvac.ru) - библиотека научных статей (журнал "АВОК").

7. [www.domsovet.ru](http://www.domsovet.ru) - библиотека научных статей (журнал "Энергосбережение").

8. <http://www.ekom.kiev.ua>

9. <http://ru.wikipedia.org>

**УДК 621.31 (571.61)**

**ГРНТИ 44.29.29**

## **ВЫБОР ТИПА ГИДРОТУРБИН ДЛЯ ДЕРИВАЦИОННОЙ ГЭС В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Попов А.А., магистрант 1 курса**

**Научный руководитель: Цецура А.В. канд. тех. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск**

**Аннотация:** Мощность деривационной ГЭС зависит от правильного выбора гидротурбины. Тип гидротурбины зависит от напора и расхода ГЭС, которые в свою очередь зависят от рельефа местности и обеспеченности водоема. В данной статье мы рассмотрели классификации гидротурбин, наиболее часто встречающиеся в литературе.

**Ключевые слова:** деривационная ГЭС, гидроагрегат, рельеф местности, напор, электростанция.

Гидроагрегат деривационных ГЭС состоит из гидравлической турбины и гидрогенератора, преобразующего крутящий момент гидравлической турбины в электрическую энергию. Гидравлическая турбина (гидротурбина) это двигатель, преобразующий энергию движущейся воды в механическую энергию вращения [1].

От правильности выбора гидротурбины зависит мощность, вырабатываемая ГЭС и ее способность сохранять свои энергетические показатели при изменениях режимов водоема.

Выбор гидротурбины осуществляется по нескольким показателям. К ним относится напор, расход и КПД. Напор, измеряемый в метрах, зависит от рельефа местности, по которой проходит трасса деривации. Расход зависит от режима реки и от количества забираемого на деривацию стока. КПД зависит от конструкции гидротурбины.

На гидроэлектростанциях турбины всегда используются для привода электрических генераторов, что не только в значительной степени определяет условия работы турбин, но и оказывает существенное влияние на конструктивное их решение. Кроме того, некоторые элементы турбин, а именно подводящая часть – турбинная спиральная камера и отводящая часть – отсасывающая труба имеют настолько большие габариты, что они почти всегда диктуют размеры и компоновку ГЭС [2].

Гидравлические турбины можно разделить на два класса по действию воды на рабочее колесо: активные и реактивные. Два эти класса различаются внешним признаком: в активных турбинах рабочее колесо не погружено в поток, а в реактивных оно помещено внутрь потока.

Основными элементами каждой турбины являются рабочее колесо и направляющий аппарат. У реактивных турбин направляющий аппарат состоит из направляющих лопаток, которые могут одновременно поворачиваться на одинаковый угол и менять направление потока перед рабочим колесом. В результате этого на рабочем колесе меняется расход, проходящий через колесо, а стало быть, мощность турбины. В момент, когда лопатки соприкасаются друг с другом, подача потока воды на рабочее колесо прекращается и рабочее колесо останавливается. Таким образом, направляющий аппарат служит одновременно запорным органом турбины [3].

Из активных турбин основное распространение получили так называемые ковшовые турбины, рабочее колесо которых состоит из ковшей. На ковши поток подается цилиндрической струей, вытекающей из одного или нескольких сопел. Ковшовые турбины применяются в диапазоне напоров от 400 до 1700 м и выше. [2]

Класс реактивных турбин по направлению потока, подводимого к рабочему колесу и отводимого от него, делится на три системы:

- 1) осевые;
- 2) радиально-осевые;
- 3) диагональные [2].

В осевых турбинах поток подводится к колесу и отводится от него по цилиндрическим поверхностям, параллельным оси турбины. В радиально-осевых турбинах поток подводится к рабочему колесу по радиальным к оси турбины поверхностям, а отводится так же, как и у осевых турбин параллельно оси турбины. В диагональных турбинах поток подводится к рабочему колесу и отводится от него по конусным поверхностям, образующим с осью турбины некоторый угол.

Системы турбин различаются и по конструктивным признакам. Так, осевые турбины бывают пропеллерные и поворотн—лопастные. У пропеллерных турбин лопасти делают неподвижными относительно корпуса рабочего колеса. Эти турбины дешевле и проще в изготовлении, однако их возможно применять только при фиксированных напорах так как изменение напора повлечет за собой изменение КПД.

У поворотн-лопастных турбин, лопасти имеют возможность поворачиваться относительно корпуса и становиться под разным углом к потоку. В результате они могут сохранять высокий КПД при колебании напора. Двухперовые поворотн-лопастные турбины отличаются тем, что лопасти у них могут поворачиваться попарно, так как две лопасти располагаются на одной цапфе. Другой разновидностью поворотн-лопастных турбин являются так называемые капсульные горизонтальные турбины. У них перед рабочим колесом или после него располагается обтекаемая потоком капсула, в которой помещается генератор.

Большое разнообразие систем турбин объясняется использованием различных напоров ГЭС. Для низких напоров применяются поворотн-лопастные турбины. Максимальный напор для этой системы турбин равен примерно 90 м. В последние годы при небольших напорах, примерно до 20 м, применяют горизонтальные капсульные турбины. При напорах от 50 до 550—650 м обычно используют радиально-осевые турбины. Вместе с тем в диапазоне напоров от 70 до 150 м могут быть применены диагональные турбины. Примерно с 350 м и выше устанавливают ковшовые турбины. (рис.) [3].



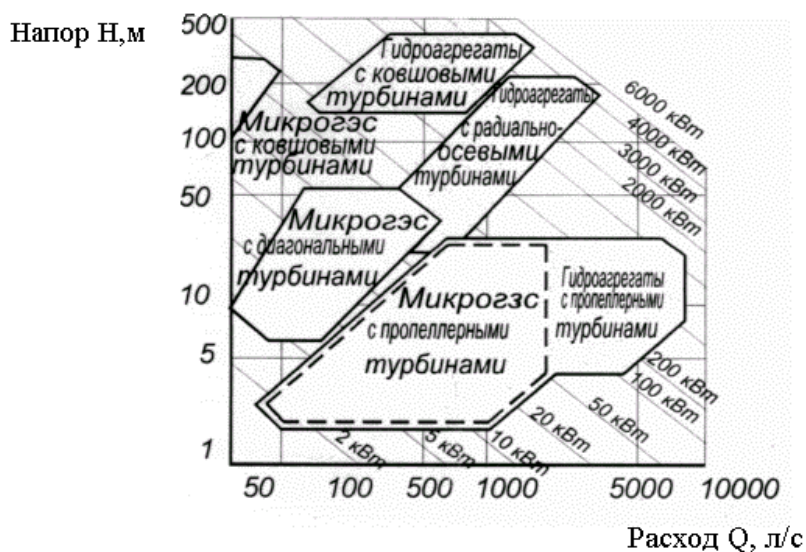


Рис. Область применения различных типов турбин

Исходя из этого для Амурской области с ее небольшими перепадами высот и большой обеспеченностью в водных ресурсах наиболее подходящей является пропеллерная турбина [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильиных И. И. Гидроэлектростанции/ И. И. Ильиных. – М.: Энергоатомиздат, 1988,- 248 с.; ил.
2. Кривченко Г. И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. / Г. И. Кривченко. – М.: Энергия, 1978. — 320 с.; ил.
3. Щавелев Д.С. Гидроэнергетические установки (гидроэлектростанции, насосные станции и гидроаккумулирующие электростанции) /Д.С. Щавелев – Л.: Энергоиздат. 1981. — 520 с.; ил.
4. Рельеф Амурской области [электронный ресурс]. [http://www.russia28.ru/lib\\_card/949/relef\\_amurskoj\\_oblasti/](http://www.russia28.ru/lib_card/949/relef_amurskoj_oblasti/)

УДК 620.9

ГРНТИ 44.01

#### ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

Приходченко С.А., магистр 1 курса

Научный руководитель – Богданов С.И., канд. техн. наук, профессор РАЕ,  
Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные проблемы энергетики.

**Ключевые слова:** Энергетическая безопасность, энергосбережение, энергозамещение, нетрадиционное топливо, возобновляемые источники энергии, альтернативные способы производства энергии.

В данной статье рассмотрены три группы проблем, связанных с постоянно нарастающим спросом на электроэнергию. В основе решения этих проблем является реализация концепций экономии электроэнергии. Приведены основные причины неоправданно высокой энергоёмкости экономики России, потенциал энергосбережения и госу-

дарственные и общественные меры по его реализации. Раскрыты идеи экономии энергии – замена традиционных источников альтернативными топливными запасами и нетрадиционными ВИЭ, и освоение способов получения альтернативной энергии.

Важность для современного мира по удовлетворению потребности в энергии, привела к тому, что в обиход пришло понятие как «энергетическая безопасность», которая в свою очередь важна как для национальной безопасности страны. В Энергетической стратегии России (ЭС-2030) «энергетическая безопасность» преподносится как «состояние защищённости страны, её граждан, общества, экономики от угроз надёжному топливо- и энергообеспечению».

После открытия электричества, весь период существования характеризовался огромным ростом потребления электрической энергии - мировое потребление энергии с XX века увеличилось в 16 раз, а душевое - в 4.5 раза. Постепенно осваивались альтернативные источники энергии с более высокой отдачей энергии: каменного угля, нефти, газа, урана. Со временем происходил научно-технический прогресс, который повлиял на увеличение производительности труда: в мире в среднем - в 5 раз.

#### 1. Основные проблемы общества, связанные с энергетикой

В основную тройку входят:

- дефицит энергоресурсов и электроэнергии
- угроза благополучию окружающей среды вследствие техногенного воздействия объектов энергетики
- геополитические и социальные угрозы.

Первая проблема, связанная с невозобновляемостью основных на сегодня и на достаточно отдалённую перспективу энергетических ресурсов, усугубляется крайней неравномерностью их распределения по планете.

Существуют 2 способа повышения обеспечения энергией:

- 1) поиск и освоение собственных энергоресурсов
- 2) экономия энергии и повышение энергоэффективности.

Опасность есть и для стран, у которых как кажется нет проблем с запасами ресурсов. Речь идёт об опасности для них «сесть на нефтегазовую иглу», т. е. не развивать производство и машиностроение, а быть зависимыми от продажи сырья. Россия в последние десятилетия оказалась, фактически, в числе таких стран. Не случайно отказ от сырьевой модели развития экономики, переход на инновационный путь развития объявлены руководством страны и воспринимаются обществом важнейшей задачей. Вторая проблема, экологическая – появляется по мере роста масштабов энергетики. А при использовании технологий, которые известны на сегодня, мы имеем, что более половины выбросов в атмосферу парниковых газов приходится на объекты энергетики. Энергетическая сфера активно загрязняет также литосферу и гидросферу. Аварии, случившиеся на энергетических объектах вследствие их огромных масштабов и мощностей, стали приобретать очертания техногенных катастроф.

Неоднозначное распределение ресурсов на Земле, которые вызывают чувства несправедливости как у потребителей энергии, так и у политических деятелей, создает основу третьей проблемы. Она порождает:

- неоднократно предпринимавшиеся попытки передела энергетических ресурсов, иногда это приводило к военным действиям.
- угрозу массовой миграции населения вследствие катастрофического изменения климата и вызванного им голода.
- опасность образования народного недовольства, перерастающего в конфликты при ухудшении условий жизни.

Международное энергетическое агентство (МЭА) в начале 2000-х. создало три варианта мирового энергопотребления до середины XXI века (базовый вариант, и два вариативных). При наиболее одинаковом экономическом развитии.

В базовом варианте ожидается:

- увеличение объёма потребления энергии с 11,428 млрд. т.н.э. в 2005 г. до 23,268 млрд. т.н.э. в 2050 г.;
- рост концентрации парниковых газов с 0,0385 % в 2005 г. до 0,055 % в 2050 г.;
- рост температуры атмосферы Земли на 6 °С и, как следствие, катастрофические изменения в природных процессах.

За этот период мировые инвестиции в топливно-энергетический комплекс должны составить 254 трлн. долл. (6 % от ВВП).

В первом вариативном варианте предусмотрено:

- удержание роста температуры атмосферы на уровне не выше 2...2,5 °С от уровня 2005 г., что требует снижения выбросов CO<sub>2</sub> на 50,85 %;
- эффективность использования энергоресурсов и энергии должна увеличиваться на 1,4 % в год и обеспечиваться уже освоенными технологиями или новыми с высокой степенью готовности к применению.

Реализация этого варианта требует дополнительно 17 трлн. долл. инвестиций.

Во втором вариативном варианте предусмотрено:

- сокращение объёмов выбросов к 2050 г. на 50 % по сравнению с уровнем 2005 г.;
- снижение потребления энергии с темпом 1,7 % в год за счёт применения совершенно новых высокоэффективных энергетических технологий, находящихся только в процессе разработки. Затраты на НИОКР по новым технологиям, на их продвижение на рынок и коммерциализацию потребуют дополнительно 45 трлн. долл.

Как вывод можно сказать не много:

1. Основной проблемой в мировой энергетике является не недостаток энергоресурсов, а недостаток инвестиций. В этот век человечеству не грозит дефицит энергии, если будет успешная реализации процессов энергосбережения и энергозамещения.

2. Вероятнее всего энергетика будет развиваться на основе использования всех уже известных на сегодня ресурсов и наиболее продуктивных технологий их преобразования в электрическую и тепловую энергию. На ближайшие время не просматриваются ни новые источники энергии, ни принципиально новые способы получения электричества и теплоты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон РФ от 5 марта 1992 г. № 2446-1 «О безопасности».
2. Бушуев В.В., Воропай Н.И., Мастепанов А.И. и др. Энергетическая безопасность России. - Новосибирск: Наука, 1998. -302 с.
3. Ушаков В.Я. Современная и перспективная энергетика: технологические, социально-экономические и экологические аспекты. - Томск: Изд-во ТПУ, 2008. - 469 с.
4. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. -М.: Энергоатомиздат, 2008. - 231 с.
5. Безруких П.П. Роль возобновляемой энергетики в энергосбережении в мире и России // Электрика. - 2004. - № 4. - С. 3-5.
6. Энергетика окружающей среды. 2011.

УДК 62-620.424.1  
ГРНТИ 44.29.37

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РАЙОНА ПРОЕКТИРУЕМОЙ ПОДСТАНЦИИ «КС-7»

Рудакова А.П., магистр 1 курса

Научный руководитель – Шевченко М.В., канд. с.-х. наук, доцент,  
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

**Аннотация.** В данной статье рассматривается: климатическая характеристика района, подстанция Сиваки, к которой планируется подключение «КС-7», а также прогнозирование электрических нагрузок.

**Ключевые слова:** подстанция, реконструкция, трансформаторная подстанция, распределительное устройство.

В связи со строительством газопровода, предназначенного для транспортировки газа Якутского и Иркутского центров газодобычи на Дальний Восток и в Китай требуется строительство компрессорной станции «КС-7». Подстанцию «КС-7» планируется подключить к подстанции Сиваки Магдагачинского района.

Район расположен на северо-западной части Амурской области. Климатические условия района (Магдагачинского района), в котором находится реконструируемая подстанция, резко-континентальные с муссонными чертами. Муссонный характер климата выражается преобладанием ветров северо-западных направлений в зимний период и большим количеством осадков в летний сезон. Преобладает западный перенос воздушных масс, развита циклоническая деятельность. Континентальность климата выражается большими годовыми и суточными амплитудами температур воздуха.

Среднегодовая норма осадков составляет 450 мм.

Глубина промерзания грунтов 3,9 – 4,5 м, оттаивает полностью к началу июля.

Сейсмичность района – 7 баллов.

Средняя скорость ветра — 2,9 м/с.

Район гололедности – II.

Относительная влажность воздуха — 65,2 %

Рассмотрим подстанцию к которой планируется подключение. Реконструируемая ПС 220/110/10 кВ «Сиваки» предназначена для электроснабжения лесной промышленности, золотодобывающего прииска «Октябрьский», экспорта электроэнергии в Китай, снабжения электроэнергией Сивакского леспромхоза, предприятия деревообработки, поселка городского типа Сиваки.

Характеристики реконструируемой подстанции:

- На подстанции установлены:  
один автотрансформатор типа АДТГН-30000/220/110/6 с  $S_{ном} = 30$  МВА;  
один автотрансформатор типа АДЦТН-63000/220/110/6 с  $S_{ном} = 63$  МВА;
- Число, тип, мощность и напряжение трансформаторов собственных нужд:  
2 × ТМ-400-6 с  $S_{ном} = 400$  кВА, 6/0,4 кВ;
- Распределительные устройства 220, 110 кВ выполнены открытыми (ОРУ), а распределительное устройство 6 кВ выполнено закрытым (КРУ).
- ОРУ 220 кВ ПС Сиваки выполнено по схеме – мостик с выключателями типа НГФ1014-252-31,5/2000 и 2 × ЗАР1ДТ-245/ЕК-220-50/4000 (линейные и секционный) и разъединителями типа РГН.2-220.

- ОРУ 110 кВ выполнено по схеме две рабочих и обходная системы шин с выключателями типа LTB 145D1/B, от ОРУ отходят две ВЛ 110 кВ.

- Комплектное распределительное устройство 6 кВ выполнено по схеме одна секционированная выключателем система шин. От КРУ 6 кВ отходит 9 линий.

Для подключения компрессорной станции к сети предусматривается установка двух линейных ячеек 110 кВ на ПС 220 кВ Сиваки, строительство двух ВЛ напряжением 110 от ПС Сиваки до ПС КС-7 протяженностью 7 км. Такой вариант способствует повышению надежности электроснабжения, так как при отключении одной цепи в работе остается вторая. При этом потребуются существенное изменение распределительного устройства на ПС «Сиваки» так как количество присоединений увеличивается на 2 выключателя.

При реконструкции подстанции и сетей необходимо учитывать ежегодный рост нагрузки с целью предотвращения перегрузки трансформаторов и других электрических аппаратов.

Произведем расчет электрических нагрузок на ПС рассматриваемого района проектирования с учетом на перспективу до 2022 года, с целью дальнейшего выбора сечения ВЛ 110 кВ.

Формула сложных процентов используемая для прогнозирования электрической нагрузки выглядит следующим образом:

$$S = S_T \cdot (1 + K)^{T_{II}}, \quad (1)$$

где  $S$  – прогнозируемая мощность, кВА;

$S_T$  – текущее значение мощности;

$K$  – коэффициент увеличения параметра в единицу времени (о.е./год);

$T_{II}$  – период времени, на который производится прогнозирование (лет);

0,006 – относительное увеличение нагрузки за год для данного района проектирования согласно среднестатистическим данным СО ЭЭС;

$$T_{II} = T_{ПРОГ} - T_{ТЕК}, \quad (2)$$

где  $T_{ПРОГ}$  – год на который прогнозируется нагрузка;

$T_{ТЕК}$  – текущий год

В данном случае на ПС «Сиваки» прогноз максимальной активной нагрузки составит

$$P_M = 0,9 \cdot (1 + 0,006)^{2022-2017} = 2,262 \text{ МВт.}$$

Прогноз максимальной реактивной нагрузки составит

$$Q_M = 1,2 \cdot (1 + 0,006)^{2021-2016} = 6,09 \text{ МВт.}$$

К вероятностным характеристикам графиков электрических нагрузок относятся средняя  $P_{ср.}$ , среднеквадратическая (эффективная)  $P_{эф.}$ , максимальная  $P_{max}$ , мощности.

На ПС «Сиваки» прогноз средней активной нагрузки в режиме максимальных нагрузок составит

$$P_{СР.ПРОГ.} = 0,9 \cdot (1 + 0,006)^{2022-2017} = 0,927 \text{ МВт,}$$

Прогнозирование эффективной нагрузки произведем по следующей формуле

$$P_{ЭФ.ПРОГ.} = K_{\Phi} \cdot P_{СР.ПРОГ.}, \quad (3)$$

где  $K_{\Phi}$  – коэффициент формы;

$P_{СР.ПРОГ.}$  – средняя прогнозируемая активная мощность.

Коэффициент формы – отношение эффективной мощности к средней. Он характеризует неравномерность графика во времени.

$$K_{\phi} = \frac{P_{\text{эф.}}}{P_{\text{ср.}}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{эф.}}$  – эффективная активная мощность;

$P_{\text{ср.}}$  – средняя активная мощность.

Эффективная активная мощность

$$P_{\text{эф.}} = \sqrt{\frac{1}{24} \cdot \sum_{i=1}^m P_i^2 \cdot t_i}, \quad (5)$$

где  $P_i$  – величина нагрузки в  $i$  час суток;

$t_i$  – количество часов использования данной нагрузки на ПС.

На примере ПС «Сиваки» эффективная активная мощность в режиме максимальных нагрузок составляет:

$$P_{\text{эф.}} = \sqrt{\frac{1}{24} \cdot [(1,4)^2 \cdot 3 + (1,5)^2 \cdot 6 + (1,4)^2 \cdot 9]} = 1,139 \text{ МВт.}$$

Аналогично рассчитываем эффективную реактивную мощность ПС.

Тогда коэффициент формы на ПС «Сиваки» в период максимальных нагрузок рассчитывается:

$$K_{\phi} = \frac{1,139}{0,9} = 1,269.$$

Используя предварительные расчёты, определим прогнозирование эффективной активной нагрузки на ПС «Сиваки» в режиме максимальных нагрузок.

$$P_{\text{эф.ПРОГ.}} = 1,269 \cdot 0,027 = 1,174 \text{ МВт.}$$

Подобным образом определили прогнозирование эффективной реактивной мощности ПС.

Полученные данные используем в дальнейших расчетах при выборе мощности силовых трансформаторов на ПС которые подлежат реконструкции, и модернизации.

В данной статье было рассмотрено: климатическая характеристика района, подстанция Сиваки, к которой планируется подключение «КС-7», а также было произведено прогнозирование электрических нагрузок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баков Ю.В. Проектирование электрической части электростанций с применением ЭВМ / Ю. В. Баков. — М. : Энергоатомиздат, 2007. — 272 с.
2. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б. Н. Неклепаев, Крючков И. П. – Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учеб.пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2007. - 608 с.
3. Файбисович, Д. Л. Справочник по проектированию электрических сетей : / Д. Л. Файбисович, И. Г. Карапетян – М. : НТФ «Энергосетьпроект», 2012. – 376 с.
4. Герасимов В.Г. Электротехнический справочник Т.3 //В. Г. Герасимов, П. Г. Грудинский, В. А. Лабунцов и др. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 880 с.

УДК 621.311.24 (470.45)  
ГРНТИ 44.39

## ЭНЕРГИЯ ВЕТРА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ Тамбовцев Н.Ю., студент 2 курса

Научный руководитель - Кадина И.В., канд. пед. наук, доцент,  
Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные виды возобновляемых источников энергии, представлены их достоинства и недостатки, описана возможность создания и использования ветроэлектростанции в своем регионе.

**Ключевые слова:** нетрадиционные источники энергии, возобновляемые источники энергии, энергия ветра, ветроэлектростанция.

Сегодня люди не могут и не хотят зависеть от единственного источника электроэнергии. Это неудобно и неприятно, поэтому они ищут источники альтернативной энергии, которые смогут бесперебойно поставлять ее в дома, защищая их от холода, делая проживание комфортным и безопасным. Об альтернативных энергии, которые к тому же смогут очистить планету от продуктов работы двигателей, сделав жизнь экологически безопасной, думают и в мировом масштабе. В Швеции, например, до 60% частных домов уже сегодня используют альтернативные источники энергии, которые являются резервным безотказным дополнением основному. Думается, что, как и во всем цивилизованном мире, в нашей стране они также получат долгожданную популярность.

Энергию ветра использовали еще наши предки, которым принадлежит такое изобретение, как ветряная мельница, при помощи которой зерно без затрат превращали в муку, сбивали масло, изготавливали бумагу. Несмотря на то, что в далекие годы в энергетической гонке победу одержали нефтепродукты, сегодня вновь возвращаются к реализации этого замысла, поскольку, сегодня многие понимают, что пришло время, когда пора задуматься об экологической безопасности. Если генератор подсоединить к ветряку, то, поскольку дует ветер практически всегда, можно получить бесшумный источник альтернативной энергии, работающий на использовании энергии ветра.

Современная экономика России базируется на использовании невозобновляемых углеводородных топливно-энергетических ресурсов. Удельный вес нефти, природного газа и угля суммарно составляет более 90 процентов, причем в последнее десятилетие наблюдается опережающее увеличение доли одного источника – природного газа.

В ближайшие годы будет продолжаться тенденция ухудшения горно-геологических условий добычи углеводородных ресурсов и ужесточения экологических стандартов при сжигании традиционного топлива во всех отраслях национальной экономики. Одновременно по мере научно-технического прогресса будет возрастать конкурентоспособность альтернативных источников энергии, среди которых наиболее важную роль будут играть нетрадиционные возобновляемые источники энергии, что и обуславливает актуальность нашей работы.

Целью работы является изучение возобновляемых источников энергии, в частности энергии ветра.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть различные виды возобновляемых источников энергии, описанные в современной литературе;
2. Рассмотреть, какие природные источники энергии мы можем использовать в нашем регионе.

3. Обосновать целесообразность создания и использования ветряных электростанций в Волгоградской области.

Объект исследования – ветроэлектростанции

Предмет исследования – возобновляемые источники энергии, изучение энерго-сберегающих материалов, использование энергии ветра.

Существует множество источников энергии, помимо широко используемых ТЭЦ, ГЭС, АЭС.

Все на Земле взаимосвязано, а Земля связана с Солнцем – со своим первоисточником энергии. За 1 час Солнце дает Земле такое количество энергии, которое человечество потребляет в течении 1 года. Пока существует Земля – солнечная энергия неисчерпаемая. Среднее расстояние от Земли до Солнца – 149,5 млн.км., это означает, что свет от него до нашей планеты доходит за 8 минут. Лучи света – это же даровая энергия, бесплатно, экономически чистая, но, однако, использовать эти лучи можно лишь двумя способами, по крайней мере, известными на сегодняшний день:

1. Получать электричество с помощью кремниевых панелей.

2. Использовать непосредственно солнечное тепло. К примеру, с установкой солнечных коллекторов.

Солнечные панели превращают свет в электрический ток, а солнечные коллекторы превращают свет в тепло – вот в чем их различие.

К следующему виду возобновляемых источников энергии относят - энергию морских течений, волн, приливов. Энергия приливов добывается благодаря движению воды в океане. Установив специальные турбины, можно ловить эти движения воды и получать энергию. Эта добыча энергии схожа с работой ГЭС, отличие лишь в том, что водяные массы не текут вниз, а движутся туда и обратно с приливами и отливами.

Сила морских волн, существующая благодаря движению океанов, может в глобальных масштабах приносить 80 тыс. тераватт/час каждый год.

Существуют различные концепции электричества из энергии волн:

1. Осциллирующего водяного столба;

2. колеблющегося тела;

3. принцип перелива.

Так же существует еще одна форма энергии, которая превосходит все остальные – геотермальная энергия. Геотермальную энергию можно получить путем утилизации так называемого тепла земных недр. У этой энергии есть огромный потенциал стать источником возобновляемой энергии. О получении этой энергии мало говорится в СМИ, и не многие знают о нем. Глубоко под поверхностью планеты находится мантия Земли. В ней кипит магма, раскаляя породу, которая, в свою очередь, нагревает подземные водоемы, увеличивая давление, как в чайнике на плите. Если эта энергия выходит наружу, происходит это извержением гейзеров, действующих вулканов.

И если инженеры, при бурении земной коры дойдут до воды, температура которой превышает 300<sup>0</sup>С, то можно будет использовать поток пара, который будет приводить в движение турбину и производить электричество, по принципу обычной электростанции. Если технология будет работать так как обещают ученые, можно будет производить электричество из бесплатного источника химических веществ и парниковых газов.

В отличие от других возобновляемых источников таких как солнечная энергия, которая не работает, если нет Солнца, или энергии ветра, которая зависит от наличия ветра, геотермальные источники могут производить энергию круглосуточно без остановки.

Не стоит забывать и об энергии ветра. Энергия ветра продолжительное время считалась слабой, и учитывая привязку к определенной местности непрактичной. На самом деле это не так. В 2007 году департамент США сообщил, что, если бы энергию ветра использовать хотя бы в трех из 50 Американских штатов, то это бы позволило



обеспечить электроэнергией все государство. Так же, оцениваемая экспертами морская ветряная энергия может в будущем поставлять около 5 тыс. TWh электричества в год. Большинство таких объектов находится в Великобритании, Дании, Швеции и эти проекты морской ветряной энергии, очевидно, пребывают в тенденции. Происходит постоянное перемещение все глубже в морские воды, и сами ветряные электростанции в размерах вырабатываемой мощности только растут.

Люди используют энергию ветра с незапамятных времен - достаточно вспомнить парусный флот, который был уже у древних финикийцев и живших одновременно с ними других народов, и ветряные мельницы. В принципе, преобразовать энергию ветра в электрический ток, казалось бы, нетрудно - для этого достаточно заменить мельничный жернов электрогенератором. Ветры дуют везде, они могут дуть и летом, и зимой, и днем, и ночью - в этом их существенное преимущество перед самым солнечным излучением. Поэтому вполне понятны многочисленные попытки "запрячь ветер в упряжку" и заставить его вырабатывать электрический ток.

Ветроэлектростанции (ВЭС) преобразуют кинетическую энергию ветра в электрическую с помощью генератора в процессе вращения ротора. Лопасти ветряков используются подобно пропеллеру самолета для вращения центральной ступицы, соединенной через коробку передач к электрическому генератору. По своей конструкции генератор ВЭС напоминает генераторы, используемые в электростанциях, работающих за счет сжигания ископаемого топлива. Огромно разнообразие машин, изобретенных или предложенных для производства энергии за счет ветра, многие из них представляют собой довольно необычные конструкции. Тем не менее, существуют два основных типа современных ветрогенераторов.

Ветроэлектрогенератор с горизонтальной осью вращения, имеющие две или три лопасти, установленные на вершине башни, - наиболее распространенный тип ветроэлектростанций ВЭС. Расположение ведущего вала ротора - части турбины, соединяющей лопасти с генератором, - считается осью машины. У турбин с горизонтальной осью вращения ведущий вал ротора расположен горизонтально. В рабочем состоянии относительно направления воздушного потока ротор турбины может находиться перед опорой - так называемый наветренный ротор или за опорой - подветренный ротор. Чаще всего турбины с горизонтальной осью вращения имеют две или три лопасти, хотя есть и модели с большим числом лопастей.

У ветряков с вертикальной осью вращения (Н-образные) ведущий вал ротора расположен вертикально. Лопасти такой турбины - длинные, обычно дугообразные. Они прикреплены к верхней и нижней частям башни. В мире существует всего лишь несколько производителей таких ветряков, наиболее известный из них - компания «Flowind». Благодаря вертикальному расположению ведущего вала ротора Н-образные турбины, в отличие от турбин с горизонтальной осью вращения, «захватывают» ветер, дующий в любом направлении, и для этого им не нужно менять положение ротора при изменении направления ветровых потоков. Автором идей создания турбины с вертикальной осью вращения является французский инженер Дарриус.

Именно поэтому из всех затронутых (представленных) мной альтернативных источников энергии, к своему региону я хочу отнести и воплотить в жизнь проект по созданию и реализации ветряных электростанций, под курьезным названием «От винта!!!». В отличие от Исландии, считающейся самой богатой геотермальными источниками энергии регионом на планете, наша Волгоградская область имеет потенциал в наличии свободных площадей для установки ВЭС и высокой средней скорости ветра от 4,5 до 7 м/с., что вполне достаточно для достижения номинальной мощности даже мощных ветроустановок. Так как я уже кратко изложил работу ветроустановок, хочу перейти к вырабатываемой ВЭС электростанции. В наших деревнях, в самом лучшем случае, одна семья в год потребляет 1,5-2,5 тыс. кВт электроэнергии. Получается, что

ВЭС мощностью 1 МВт может обеспечить электричеством от 1000 до 1500 домов в год. Да, стоимость одной такой ветряной электростанции высока, порядка 70 млн. руб. Но при построении эффективной инфраструктуры и комплексного функционирования системы с/х или перерабатывающих предприятий это быстро окупится. Тем более, что срок службы ветроустановки 25-30 лет.

Анализируя «плюсы» и «минусы» ВЭС считаю, что вместе с достоинствами и немалой выгодой ВЭС имеет и свои недостатки:

1. Ветер - неустойчивый источник энергии. Его показатель производительности ниже, чем у подавляющего большинства других источников энергии (В районах, где ветер дует редко и не обладает большими скоростями, строить ВЭУ вообще нецелесообразно.).

2. Гроза, ураган или снежный буран могут повредить или разрушить крупную ветряную турбину.

3. Некоторым людям вид крупных ветряных турбин не нравится.

4. Ветряные турбины производят шум. Однако даже на небольшом расстоянии от башни шум, производимый лопастями и турбиной, редко бывает слышнее, чем шум ветра.

5. Крупные ветряные турбины иногда ранят и убивают птиц. Эту проблему можно частично решить за счет разумного выбора месторасположения ветроэлектростанции и за счет размещения самих турбин таким образом, чтобы они не находились близко друг от друга и чтобы их лопасти не вращались в одной плоскости.

6. Энергия ветра не сможет сама по себе удовлетворить потребности в электричестве города, области или государства целиком. Лучше всего использовать ее в качестве вспомогательного источника, в комбинации с природным топливом, гидроресурсами и атомными реакторами.

7. Районы с постоянными ветрами, которые подходят для строительства ветроэлектростанции, как правило, находятся вдали от населенных центров, требуя строительства протяженных линий электропередачи.

И все же, я придерживаюсь мнения об энергии ветра, что это доступный и неисчерпаемый ресурс. Нам необходимо осмыслить, что мы имеем огромное количество энергии (изобилие) с возможностью обойтись без загрязнений окружающей среды, снизить негативное влияние энергетики на природу. Ну и сохранить ископаемое топливо, которое не является возобновляемым и подходит к концу.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких П.П. Экономические проблемы нетрадиционной энергетики / Энергия: Экон., техн., экол. 1995. №8.

2. Дьяков А.Ф., Прокуроров Н.С., Перминов Э.М. Калмыцкая опытная ветровая электростанция / Электрические станции 1995. № 2.

3. Источники энергии. Факты, проблемы, решения. – М.: Наука и техника, 1997. – 110 с.

4. Кириллин В. А. Энергетика. Главные проблемы: В вопросах и ответах. – М.: Знание, 1997. – 128 с.

5. Логинов В.Б. Новак Ю.И. Высокоэффективные ветроэнергетические установки / Проблемы машиностроения и автоматизации. 1995. №1-8.

6. [www.Renewables.eirgrid.com](http://www.Renewables.eirgrid.com). Возобновляемые источники энергии.

7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ветроэнергетика>.

УДК 631.365  
ГРНТИ 55.57.39

## К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ЗЕРНА В СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Тимченко М.И. магистрант 1 курса

Научный руководитель: Пустовая О.А. канд. с-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

**Аннотация.** В статье рассматривается процесс сушки зерна в сушильной установке с управлением посредством микроконтроллеров.

**Ключевые слова:** Сушка зерна, микроконтроллерное управление, литература, патентный поиск

На сегодняшний день мало вырастить и собрать урожай, в современных условиях он нуждается в качественной послеуборочной обработке и хранении. Поэтому научная работа в этом направлении весьма актуальна. Но любой технологический процесс на практике всегда опирается на теорию.

Нами был произведен теоретический обзор литературы по теме магистерской диссертации, исходя из которого, предполагается определить направление совершенствования технологического процесса сушки зерна.

Работа зерносушилки в большой степени зависит от выбора рационального типа выпускного механизма и его эксплуатации, а также от мероприятий по экономии топлива и электроэнергии, которые можно обеспечить грамотным управлением.

Нами был проведен анализ литературных источников (таблица 1), который показал, что большинство авторов выделяют как наиболее важные такие параметры как температуру сушки зерна, влажность воздуха, влажность зерна. Наличие сорных примесей, по мнению всех авторов не влияет на показатели сушки зерна. Исходя из коэффициента компорации, все литературные источники согласуются и их можно использовать для анализа данной проблематики.

Анализ функции управления, которая учитывает все показатели функционирования сушилки как объекта управления показал, что оптимальное управление сушилкой может быть осуществлено при стабилизации на заданных предельных уровнях температуры теплоносителя и конечной влажности высушенного зерна, исходя из этого нами был сделан подбор существующих схем управления, которые можно будет использовать при проектировании своей разработки.

Для определения направления совершенствования нами был проведен патентный поиск, согласно теме магистерской диссертации, было выявлено 5 патентов, имеющих аналогичное направление проектирования.

Так в патенте Шевцова А.А., Острикова А.Н. и др. который предполагает для усовершенствования технологии сушки дополнительно подсушивать зерно при хранении отработанным сушильным агентом. Так как данный способ имел ряд недостатков, то эти же авторами разработан процесс сушки при введении в него охлаждения зерна холодным воздухом.

Анализ литературных источников

Источник информации	Факторы					Показатель ранга
	Температура агента сушки, (Т <sup>0</sup> С)	Температура зерна, (Т <sup>0</sup> С)	Влажность зерна (%)	Влажность воздушной смеси, (%)	Наличие сорных примесей	
Малин Н.И.	5	4	4	2	1	6
Баум А.Е.	4	2	5	2	3	6
Краусп В.Р	5	4	3	5	2	6
Жидко В.И.	3	5	4	5	2	6
Олейников В.Д.	4	5	5	3	2	6
Сумма рангов	21	20	21	17	10	30
Среднее арифметическое	17,8					
Отклонение от суммы рангов	3,2	2,2	3,2	-0,8	-7,8	
Квадрат отклонения	10,24	4,84	10,24	0,64	60,84	
Коэффициент компорации	0,35					

Остальные патенты предполагают, введение в схему дополнительного устройства, которое изменяет сам процесс сушки, в качестве, которого используется магнетрон, тепловой насос или испаритель. Все предлагаемые способы модернизируют способ использования сушильного агента, но не меняют схему управления.

Таким образом нами выявлено, что совершенствование способа сушки зерна в основном направлено на повышение эффективности использования сушильного агента. Исходя из этого, нами предполагается для повышения эффективности сушки усовершенствовать схему управления, которая позволит контролировать технологический процесс посредством контроля над параметрами асинхронных двигателей входящих в сушильную установку, а в частности это привод установки и привод нагнетающего вентилятора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краусп В.Р. Автоматизация зернопунктов [Текст] / В.Р. Краусп, В.Н. Грошев, В.Н. Расстригин.– М.: «Колос», 1973 г. – 248 с.
2. Жидко В.И. Зерносушение и зерносушилки [Текст] / В.И. Жидко, В.А. Резчиков, В.С. Уколов— М.: «Колос», 1982. — 239 с.
3. Справочник по сушке зерна [Текст] / Н.И. Малин.– М.: Агропромиздат, 1986 г. —159 с.
4. Олейников В.Д. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна [Текст] / В.Д. Олейников, В.В. Кузнецов, Г.И. Гозман– М.: Колос, 1977.- 111 с.
5. Баум А.Е. Сушка зерна [Текст] / А. Е. Баум, Резчиков В. А. – М. : Колос, 1983. - 223 с.

УДК 621.472  
ГРНТИ 44.37.29

## ПОДБОР И РАСЧЁТ СИСТЕМЫ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ

Улько А.В., магистр 2 курса

Научный руководитель: Ижевский А.С., канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

**Аннотация.** В статье описывается пример расчета системы на солнечных батареях. Приведены данные среднемесячной солнечной инсоляции в г. Благовещенск.

**Ключевые слова:** солнечные батареи, солнечная инсоляция

Система энергоснабжения на солнечных батареях кажется очень простой. Как и в большинстве других систем электроснабжения от автономных источников, в ней всего 4 основных компонента – сами фотоэлектрические панели, аккумуляторы, контроллер заряда и инвертор, преобразующий низковольтный постоянный ток к бытовому стандарту ~220В. Однако все элементы должны быть согласованы между собой. В статье хотелось бы рассмотреть компоненты, специфичные именно для фотоэлектрических систем – панели фотоэлементов (солнечные батареи).

Выбор оптимальной ориентации солнечных панелей является одним из важнейших вопросов при практическом использовании солнечных установок любого типа.

Дело в том, что угол падения лучей на поверхность сильно влияет на коэффициент отражения, а, следовательно, и на долю не воспринятой солнечной энергии. Например, для стекла при отклонении угла падения от перпендикуляра к его поверхности до 30° коэффициент отражения практически не меняется и составляет чуть менее 5%, т.е. более 95% падающего излучения проходит внутрь. Далее рост отражения становится заметным, и к 60° доля отражённого излучения увеличивается вдвое – почти до 10%. При угле падения 70° отражается около 20% излучения, а при 80-40%. Для большинства других веществ зависимость степени отражения от угла падения имеет примерно тот же характер.

Ещё важнее так называемая эффективная площадь панели, т.е. перекрываемое ею сечение потока излучения. Она равна реальной площади панели, умноженной на синус угла между её плоскостью и направлением потока (или, что то же самое, на косинус угла между перпендикуляром к панели и направлением потока). Поэтому, если панель перпендикулярна потоку излучения, её эффективная площадь равна её реальной площади, если поток отклонился от перпендикуляра на 60° – половине реальной площади, а если поток параллелен панели и лучи скользят вдоль её поверхности, эффективная площадь панели равна нулю. Таким образом, существенное отклонение потока от перпендикуляра к панели не только увеличивает отражение, но и снижает её эффективную площадь, что обуславливает очень заметное падение выработки. Естественно, если солнце находится позади панели, то независимо от угла между панелью и направлением на Солнце эффективная площадь также равна нулю. Впрочем, рассеянное излучение никуда не девается, однако его мощность по сравнению с прямой засветкой очень мала.

Очевидно, что для наших целей наиболее эффективна постоянная ориентация панели перпендикулярно потоку солнечных лучей. Но это потребует изменения положения панели в двух плоскостях, поскольку положение Солнца на небе зависит не только от времени суток, но и от времени года. Хотя такая система, безусловно, технически возможна, она получается весьма сложной, а потому дорогой и не слишком надёжной.

Однако вспомним, что при углах падения до 30° коэффициент отражения на границе «воздух-стекло» минимален и практически неизменен, а в течении года угол максимального подъёма Солнца над горизонтом отклоняется от среднего положения не бо-

лее чем на  $23^\circ$ . Эффективная площадь панели при отклонении от перпендикуляра на  $23^\circ$  также остаётся достаточно большой – не менее 92% от её реальной площади. Поэтому можно ориентироваться на среднегодовую высоту максимального подъёма Солнца и практически без потери эффективности ограничиться вращением со скоростью 1 оборот в сутки лишь в одной плоскости, перпендикулярной земной оси (при этом плоскость самой панели параллельна этой оси). Угол наклона оси такого вращения относительно горизонтали равен географической широте места. Например, для Благовещенска, расположенного на широте  $50^\circ$ , ось такого вращения должна быть наклонена на юг на  $50^\circ$  относительно поверхности (или, что то же самое, отклонена от вертикали на  $34^\circ$ ). Такое вращение организовать уже гораздо проще, однако для беспрепятственного вращения большой панели нужно немало места. Кроме того, необходимо либо организовать скользящее соединение, позволяющее отводить от постоянно вращающейся панели всю полученную ею энергию, либо ограничиться гибкими коммуникациями с фиксированным соединением, но обеспечить автоматический возврат панели обратно в ночное время, в противном случае не избежать перекручивания и обрыва отводящих энергию коммуникаций. Оба решения резко повышают сложность и снижают надёжность системы. При возрастании мощности панелей (а значит, их размеров и веса) технические проблемы усложняются в геометрической прогрессии.

#### **Среднемесячная полная инсоляция.**

В таблице приведены усреднённые данные по среднемесячной энергии солнечного излучения (инсоляции) для Благовещенска с учётом климатических условий (частоты и силы облачности) для неподвижных панелей, ориентированных на юг под разными углами наклона, и для систем, отслеживающих движение Солнца. Инсоляция измерялась на открытом пространстве. Сильнопересечённый рельеф (горы), близость высотной застройки или больших деревьев может уменьшить мощность солнечного излучения в несколько раз по сравнению с указанной в таблице. Наоборот, близость открытой водной поверхности или снежный покров могут несколько увеличить воспринимаемую инсоляцию за счёт отражённого излучения (прежде всего это касается панелей, установленных вертикально или под значительным наклоном к горизонту).

Инсоляция интегрируется за месяц, поскольку на таком интервале времени колебания, вызванные изменениями текущей погоды, более-менее сглаживаются, в то время как дневные суммы инсоляции следующих друг за другом солнечного и пасмурного дней могут различаться в 10 - 15 раз и более. Чтобы оценить среднюю ежедневную инсоляцию, необходимо суммарную месячную инсоляцию разделить на количество дней в соответствующем месяце.

В связи со всем вышеизложенным, практически всегда панели индивидуальных солнечных установок монтируются неподвижно, что обеспечивает относительную дешевизну и высочайшую надёжность установки. Однако здесь особенно важным становится выбор угла размещения панели. Рассмотрим эту проблему на примере Благовещенска.

Все данные указаны в джоулях на квадратный метр (Дж/м<sup>2</sup>). Ниже приведены те же величины в кВт·ч/м<sup>2</sup> (1 кВт·ч = 3,6 МДж).

Таблица

Параметры солнечного излучения

Месяц	Количество теплоты, Дж/м <sup>2</sup>	Количество энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup>
1	2	3
Январь	$113 \cdot 10^6$	31,4
Февраль	$214 \cdot 10^6$	59,5
Март	$398 \cdot 10^6$	110,5
Апрель	$515 \cdot 10^6$	143
Май	$674 \cdot 10^6$	187,2
Июнь	$708 \cdot 10^6$	196,6

Продолжение табл.

1	2	3
Июль	$716 \cdot 10^6$	198,8
Август	$544 \cdot 10^6$	151,1
Сентябрь	$373 \cdot 10^6$	103,6
Октябрь	$197 \cdot 10^6$	54,7
Ноябрь	$113 \cdot 10^6$	31,3
Декабрь	$80 \cdot 10^6$	22,2

### Методика расчёта

Наклон выбран. Теперь можно приступить к оценке потенциальной производительности солнечных батарей, или, что то же самое, к оценке количества солнечных модулей, необходимых для работы системы в желаемом режиме. Оценку следует провести как минимум для худшего месяца для большей части года) и для летнего максимума

Стандартная инсоляция рассчитывается для площади в 1 квадратный метр. Однако точная площадь элементов солнечной панели нам не известна. Зато известна её номинальная мощность, которая определяется при  $25^\circ\text{C}$  для стандартного потока солнечного света в  $1 \text{ кВт/м}^2$ . Этого вполне достаточно. Приняв мощность солнечного излучения у поверхности Земли (максимальную инсоляцию) той же самой – что, в общем, соответствует действительности, – мы получим, что выработка батареи относится к инсоляции квадратного метра также, как мощность батареи относится к мощности солнечного излучения у земной поверхности в ясную погоду, приходящейся на 1 квадратный метр, то есть к  $1000 \text{ Вт}$ . Умножив месячную инсоляцию из таблицы на соотношение мощностей батареи и максимальной инсоляции, можно оценить выработку солнечной батареи за этот месяц.

Таким образом, выработку фотоэлектрической панели будем рассчитывать по следующей формуле

$$E_{cb} = \frac{E_{инс} \cdot P_{cb} \cdot \eta}{P_{инс}}, \quad (1)$$

где  $E_{cb}$  – выработка энергии солнечной батареей;

$E_{инс}$  – месячная инсоляция квадратного метра (из таблицы инсоляции);

$P_{cb}$  – номинальная мощность солнечной батареи;

$\eta$  – общий КПД передачи электрического тока по проводам, контроллера солнечной батареи и инвертора при преобразовании низковольтного постоянного напряжения в стандартное (если предполагается использовать низковольтное напряжение напрямую, то при достаточно толстых и коротких проводах  $\eta$  можно приравнять к 1, т.е. не учитывать);

$P_{инс}$  – максимальная мощность инсоляции квадратного метра земной поверхности ( $1000 \text{ Вт}$ ). Инсоляция и желаемая выработка должны быть в одних и тех же единицах (либо киловатт-часах, либо джоулях).

Соответственно, зная месячную инсоляцию, можно оценить номинальную мощность солнечной батареи, требуемую для обеспечения необходимой месячной выработки

$$P_{cb} = \frac{P_{инс} \cdot E_{cb}}{E_{инс} \cdot \eta}, \quad (2)$$

Как правило, максимальная мощность солнечной батареи, заявленная производителем, достигается при напряжении на её выходе, превышающем напряжение аккумуляторных батарей на 15 - 40%. Большинство недорогих контроллеров заряда могут либо подключать нагрузку напрямую, «просаживая» выходное напряжение батарей намного ниже оптимального, либо просто отсекают этот «излишек». Поэтому эти поте-

ри также можно заложить в КПД, уменьшив его на 10 - 25% (потери мощности меньше потерь напряжения, поскольку при повышенной нагрузке «проседание» напряжения компенсируется, хотя и не полностью, некоторым увеличением тока; более точно значение можно определить, лишь зная зависимость напряжения от тока нагрузки для конкретной батареи). Однако существуют модели контроллеров, которые удерживают эти потери в пределах 2 - 5%.

Мощность солнечного излучения меняется от месяца к месяцу, а номинальная мощность солнечной батареи неизменна, и именно на неё следует ориентироваться при выборе места для установки и определении затрат. Формула (2) удобна, чтобы оценить номинальную мощность батареи для конкретных условий инсоляции, но мало подходит для оценки её возможностей в течении всего года. Поэтому построим таблицу на основании формулы (1), чтобы посмотреть, когда и какие режимы энергоснабжения могут позволить солнечные батареи различной номинальной мощности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харченко Н.В. «Индивидуальные солнечные установки», Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1991 г. — 208 с.
2. Умаров Г.Я., Ершов А.А. Солнечная энергетика. – М.: Знание, 1974. – 64 с.

**УДК 621.313**  
**ГРНТИ 45.29**

#### **ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ**

**Хуан Тао, магистрант 1 года**

**Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент,  
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск**

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования для регулирования частоты вращения асинхронного двигателя твердотельного реле.

**Ключевые слова:** твердотельное реле, частота вращения, асинхронный двигатель.

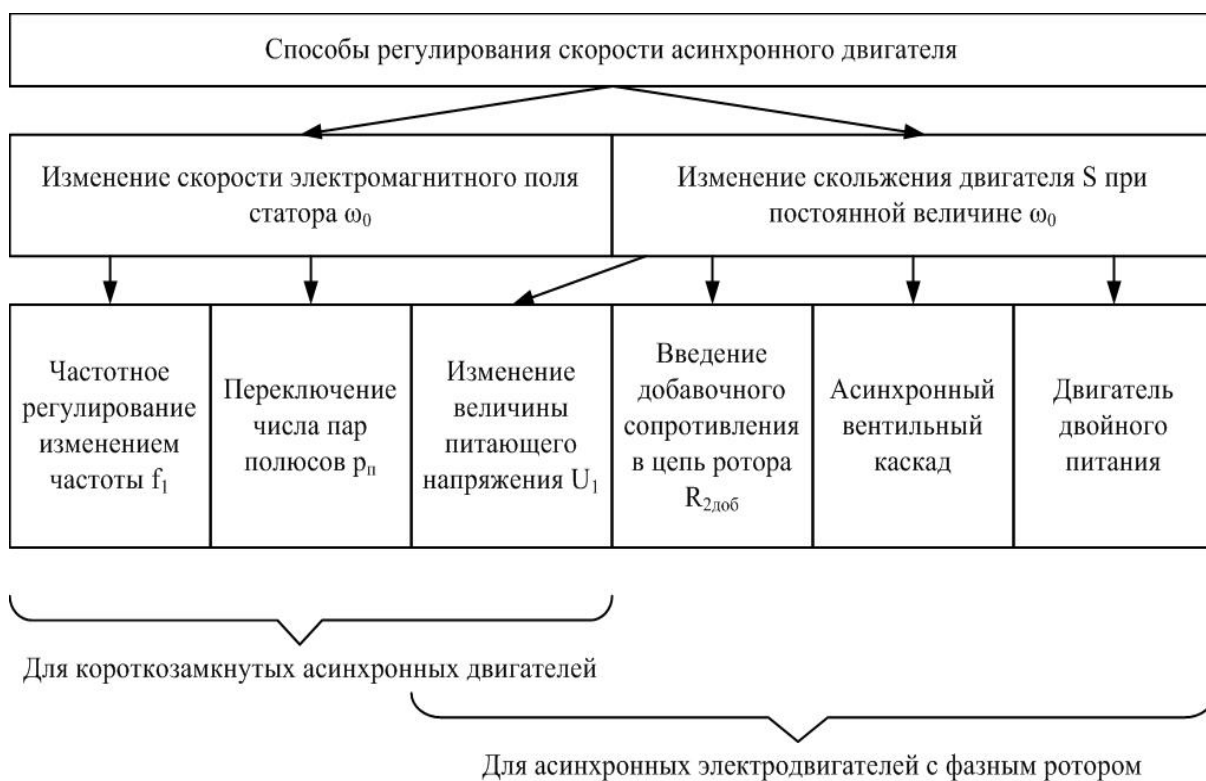
В настоящее время разработано большое количество способов регулировки скорости вращения асинхронных трехфазных двигателей (рис. 1). В основном современные системы регулирования направлены на изменение частоты вращения двигателя с использованием параметров электрической сети.

Для этого изменению подвергается частота питающей сети. Однако стоимость такого способа остаётся высокой. Так по каталогу фирмы Owen частотный регулятор ПЧВ1-К75-В имеет стоимость 10950 руб., что делает его использование в технологическом процессе затратным.

Исходя из этих предпосылок, целью наших исследований стало снижение стоимости аппаратуры управления для регулировки скорости вращения асинхронного двигателя.

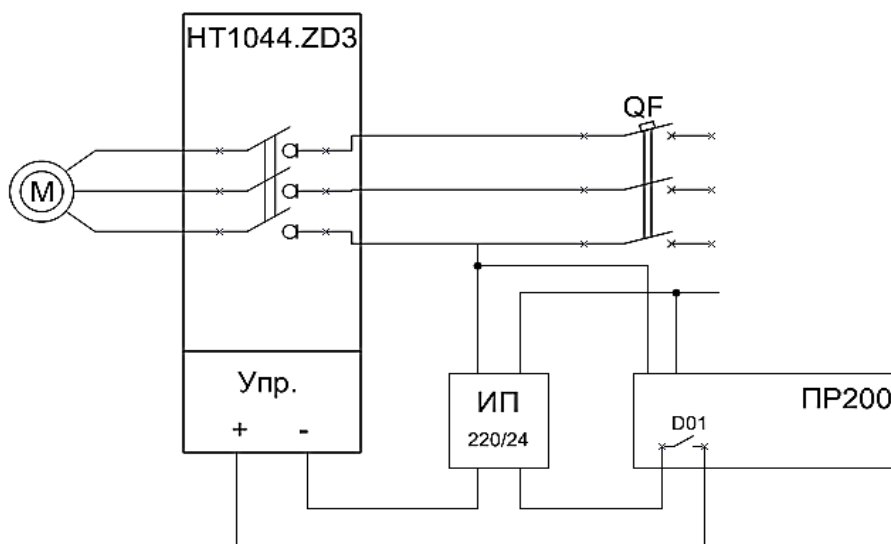
Нами предлагается способ регулирования скорости вращения асинхронных трехфазных двигателей методом поддержания разгонного режима.





**Рис. 1. Классификация методов регулирования, частоты вращения асинхронных двигателей**

Суть, которого заключается в следующем: двигатель подключается к питающей сети через быстродействующий полупроводниковый выключатель – твердотельное реле. Схема регулирования представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Схема управления электроприводом**

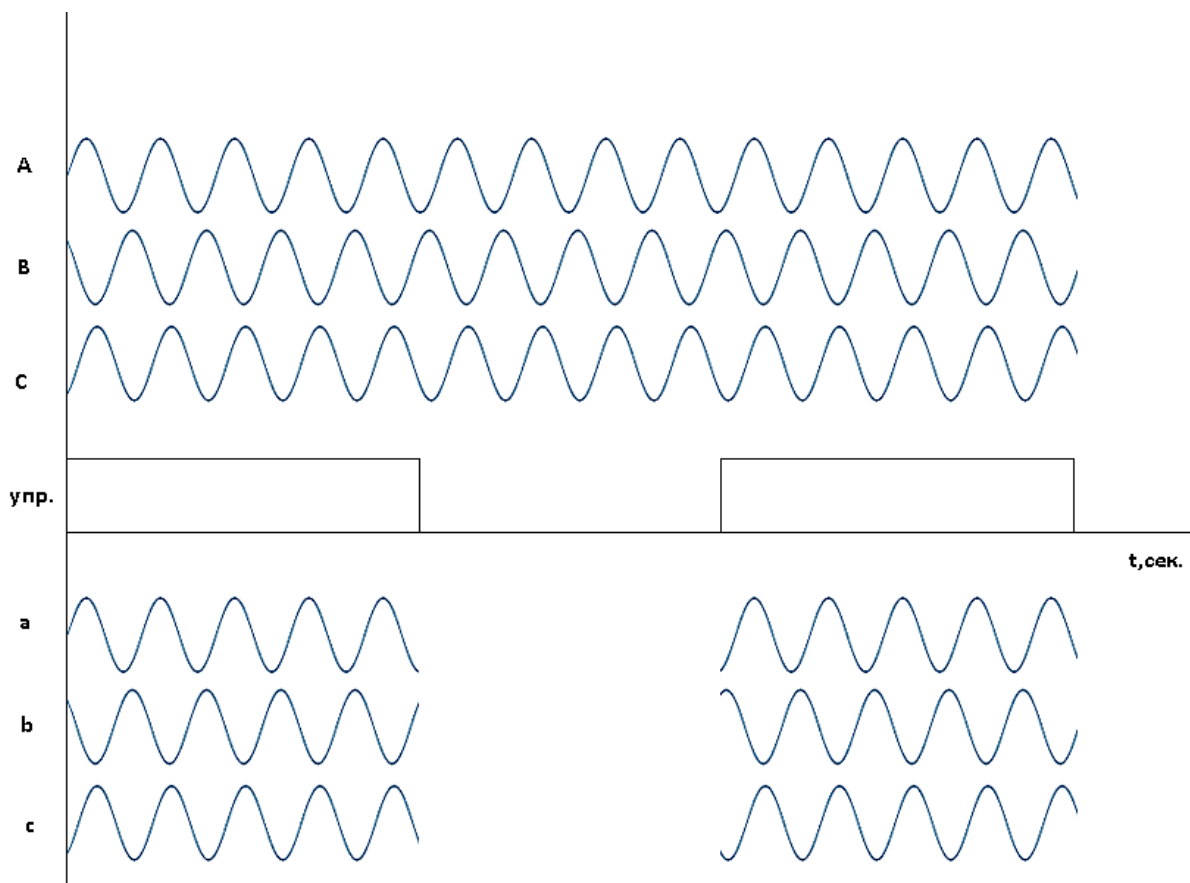
На выключатель подается короткий сигнал включения 0,02-2 сек., а затем сигнал отключения 0,02-2 сек. Так подбирая длительность сигналов, достигается необходимая скорость вращения двигателя. Увеличивая отношение времени включения к времени отключения, увеличивается и скорость вращения. Для уменьшения скорости вращения

наоборот это отношение уменьшается. Для постановки опыта нами собрана электрическая цепь, представленная на рисунке 2.

Схема управления состоит из автоматического выключателя QF, коммутирующую силовую цепь, блока питания фирмы Owen – БП30Б 220В/24В, программируемого реле фирмы Owen – ПР200 и твердотельного реле HT-1044.ZD3 10А.

После включения автоматического выключателя питание поступает на твердотельное реле. Источник питания – ИП и программируемое реле - ПР200, по заданной в программируемом реле программе, осуществляют подачу управляющего сигнала в цепь управления твердотельного реле. При этом источником управляющего напряжения служит источник питания. При замыкании контакта D01 управляющий сигнал поступает на трехфазное твердотельное реле, и двигатель переходит в режим разгона. При достижении определенной скорости вращения двигателя, контакт D01 размыкается, а твердотельное реле отключается. Двигатель обесточивается, переходя в режим торможения. Таким образом, чередуя режимы, достигается поддержание определенной скорости вращения асинхронного двигателя. График изменения напряжения представлен на рисунке 3.

В опыте применен двигатель мощностью 370 Вт, напряжение питания 380 В, частота 50 Гц,  $\cos \varphi = 0,73$ , частота вращения 910 об/мин.



**Рис. 3. График изменения входного напряжения под действием управляющего сигнала**

В результате опыта подтверждена возможность регулирования скорости вращения асинхронного трех фазного двигателя методом поддержания разгонного режима двигателя. При чередовании времени включения равном 0,2 с. и времени отключения 1 с. установившаяся скорость вращения двигателя составила 120 об/мин.

Установлена необходимость использования более быстродействующих систем управления с целью плавного поддержания частоты вращения.

Экономические затраты на частотное управление шестью асинхронными двигателями с указанными характеристиками представлены в таблице 1, 2.

Таблица 1

**Затраты на установку контроля частоты вращения асинхронным двигателем при помощи частотного блока**

№	Наименование	Цена, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.
1	ПЧВ101-К37-В	10266	6	61596
2	Автоматический выключатель 3П 6А	448	6	2688
3	Автоматический выключатель 3П 25А	515	1	515
Итого				64799

Таблица 2

**Затраты на управление при использовании предлагаемого способа**

№	Наименование	Цена, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.
1	ПР200-220.1.0.0	5133	1	5133
2	БП15Б-Д2-24	2006	1	2006
3	НТ-1044.ZD3	1534	6	9204
4	Автоматический выключатель 3П 6А	448	6	2688
5	Автоматический выключатель 3П 25А	515	1	515
Итого				19546

Таким образом, при переходе на предложенный способ управления возможна экономия составляет 45253 руб. или до 73,5% средств.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Каталог продукции ОВЕН [Электронный ресурс] ОВЕН оборудование для автоматизации – Режим доступа: <http://www.owen.ru>

*Научное издание*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

*Материалы  
всероссийской научно-практической конференции  
(Благовещенск, 19 апреля 2017 г.)*

Том 2  
Актуальные проблемы в энергетике

*Статьи публикуются в авторской редакции*

*Компьютерная верстка О.Ю. Лупановой, Н.Н. Федотовой*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г. Подписано к печати 15.12.2015 г.  
Формат 60×90/8. Уч.-изд.л. – 4,0. Усл.-п.л. – 5,5. Тираж 50 экз. Заказ 327.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства Дальневосточного ГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86